

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-159322

(43)Date of publication of application : 16.06.2005

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

(21)Application number : 2004-309324

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 25.10.2004

(72)Inventor : ARAI MASARU

(30)Priority

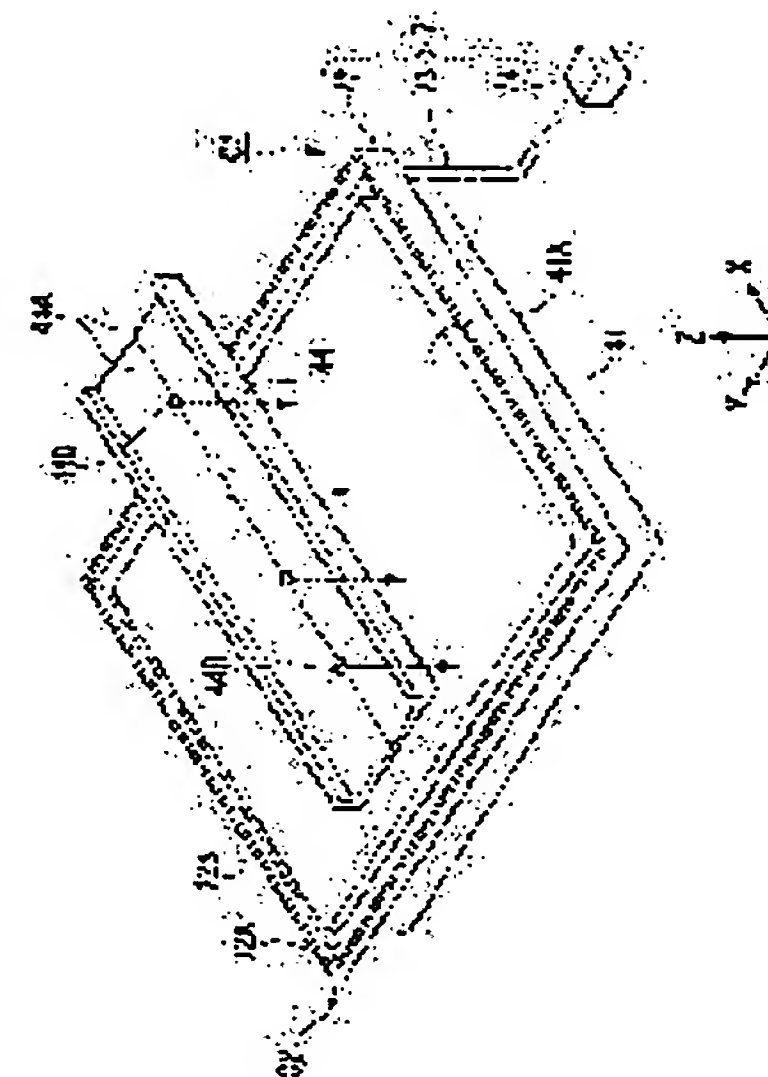
Priority number : 2003373084 Priority date : 31.10.2003 Priority country : JP

(54) SURFACE PLATE, STAGE APPARATUS, EXPOSURE DEVICE AND EXPOSING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress influences caused by a leakage and an irruption of immersion liquid at a stage of an immersion exposure device and a surface plate for supporting the stage and to realize a good exposure treatment.

SOLUTION: A surface plate 41 for supporting an object is made liquid repellent, and there is provided a recovery system 71 for recovering liquid from the surface plate 41. An X guide stage 44 is mounted on a supporting surface 41A of the surface plate 41 for constituting the stage. A slope is formed at the X guide stage 44. For the case where the immersion liquid leaks onto the surface plate 41, a drain opening is formed to restore the immersion liquid.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

**BEST AVAILABLE COPY**

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is a surface plate with the support front face which supports a body,  
The surface plate characterized by preparing the recovery system which collects liquids from said surface plate while making said surface plate into liquid repellance.

[Claim 2]

In a surface plate according to claim 1,  
Said recovery system is a surface plate characterized by having the ramp into which said liquid is made to flow caudad rather than said support front face.

[Claim 3]

It is stage equipment which has a movable object holding the substrate with which a liquid is supplied to a front face, and the surface plate supported for this movable object, enabling free migration,  
Stage equipment characterized by preparing the recovery system which collects said liquids which this flowed out when said liquid flows into said surface plate.

[Claim 4]

In stage equipment according to claim 3,  
Said recovery system is stage equipment characterized by having the stripping section prepared along with the periphery of said surface plate.

[Claim 5]

In stage equipment according to claim 4,  
Said stripping section is stage equipment characterized by having the ramp into which said liquid is made to flow caudad rather than the front face of said substrate.

[Claim 6]

In stage equipment according to claim 4 or 5,  
Stage equipment characterized by said stripping section having liquid repellance.

[Claim 7]

In stage equipment given in either of claims 3-6,  
Stage equipment characterized by said surface plate having liquid repellance.

[Claim 8]

In stage equipment given in either of claims 3-7,  
The stage construct prepared above said surface plate is stage equipment characterized by having the 2nd ramp into which said liquid is made to flow caudad rather than the front face of said substrate.

[Claim 9]

In stage equipment according to claim 8,  
Stage equipment characterized by forming in the lower limit section of said 2nd ramp the through tube which penetrates said stage construct.

[Claim 10]

In stage equipment according to claim 8 or 9,  
Stage equipment characterized by said stage construct having liquid repellance.

[Claim 11]

In stage equipment given in either of claims 3-10,  
Stage equipment characterized by having the scavenging unit which eliminates said liquid which leans said surface plate and remains on the front face of said surface plate.

[Claim 12]

In stage equipment given in either of claims 3-11,  
Stage equipment characterized by having the 2nd scavenging unit which sprays a fluid on the front face of said surface plate, and eliminates said liquid which remains.

[Claim 13]

It is the aligner which exposes the pattern of a mask through projection optics to the sensitization substrate held on the substrate stage,

The stage equipment of a publication is used for any 1 term of claims 3-12 as said substrate stage,

The image of said pattern is an aligner characterized by being projected on said sensitization substrate through said liquid filled between the point of said projection optics, and said sensitization substrate.

[Claim 14]

In the exposure approach which exposes the pattern of a mask according to projection optics to the substrate on the substrate stage supported by the surface plate movable,

The step which fills a liquid between the point of said projection optics, and said substrate,

The step which collects the liquids which this flowed out when said liquid flows into said surface plate,

it is \*\*\*\*\* -- the exposure approach characterized by things.

[Claim 15]

The exposure approach according to claim 14 characterized by including the step which collects the liquids on said substrate.

[Claim 16]

The exposure approach according to claim 14 characterized by including the step which detects the abnormalities about said liquid.

[Claim 17]

The exposure approach according to claim 16 characterized by including the step which performs the display about said abnormalities when the abnormalities about said liquid are detected.

[Claim 18]

It is a surface plate with the support front face which supports a body,

The surface plate characterized by establishing a slot in said surface plate while making said surface plate into liquid repellance.

[Claim 19]

Said recovery system is stage equipment according to claim 3 characterized by having the slot formed in said surface plate.

[Claim 20]

It is the aligner which exposes a pattern to a substrate,

A surface plate with a front face,

Said substrate is held and it is a movable substrate stage about said surface plate top,

The liquid feeder which has a supply nozzle and supplies a liquid to said substrate,

The 1st recovery system which has a recovery nozzle and collects said liquids on said substrate,

The aligner characterized by having the 2nd recovery system which collects these liquids when said liquid flows into said surface plate.

[Claim 21]

Said 2nd recovery system is an aligner according to claim 20 characterized by having the slot formed in said surface plate.

[Claim 22]

Said 2nd recovery system is an aligner according to claim 20 characterized by having the stripping section prepared along with the periphery of said surface plate.

[Claim 23]

The aligner according to claim 20 characterized by having collaborated at least with one side of said 1st recovery system and said 2nd recovery system, and forming the detection equipment which detects the abnormalities about said liquid.

[Claim 24]

The aligner according to claim 23 characterized by having the display which displays the detection result of said detection equipment.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

In case this invention is especially exposed through projection optics and a liquid to the substrate on a stage about the exposure approach in a surface plate, stage equipment, and an aligner list, it is used, and it relates to the exposure approach at a suitable surface plate, stage equipment, and an aligner list.

[Background of the Invention]

[0002]

A semiconductor device and a liquid crystal display device are manufactured by the technique of the so-called photolithography which imprints the pattern formed on the mask on a photosensitive substrate. The aligner used at this photolithography process has the mask stage which supports a mask, and the substrate stage which supports a substrate, and it imprints the pattern of a mask to a substrate through projection optics, moving serially on a mask stage and a substrate stage. Since it corresponds to much more high integration of a device pattern in recent years, the further high resolution-ization of projection optics is desired. The resolution of projection optics becomes so high that the numerical aperture of projection optics is so large that the exposure wavelength to be used is short. Therefore, exposure wavelength used with an aligner is short-wavelength-ized every year, and the numerical aperture of projection optics is also increasing. And although the exposure wavelength of the current mainstream is 248nm of KrF excimer laser, no less than 193nm of the ArF excimer laser of short wavelength is being put further in practical use. Moreover, in case it exposes, the depth of focus (DOF) as well as resolution becomes important. Resolution  $R$  and the depth of focus  $\Delta$  are expressed with the following formulas, respectively.

$R = k_1 \lambda / NA$  -- (1)

$\Delta = k_2 \lambda / NA^2$  -- (2)

Here, the numerical aperture of projection optics, and  $k_1$  and  $k_2$  is [  $\lambda$  of exposure wavelength and  $NA$  ] process multipliers. (1) In order to raise resolution  $R$ , when exposure wavelength  $\lambda$  is shortened and numerical aperture  $NA$  is enlarged from a formula and (2) types, it turns out that the depth of focus  $\Delta$  becomes narrow.

[0003]

When the depth of focus  $\Delta$  becomes narrow too much, it becomes difficult to make a substrate front face agree to the image surface of projection optics, and there is a possibility that the focal margins at the time of exposure actuation may run short. Then, the immersion method which considers as the approach of shortening exposure wavelength substantially and making the depth of focus large, for example, is indicated by the following patent reference 1 is proposed. This immersion method expands the depth of focus by about  $n$  times while it improves resolution using filling between the inferior surface of tongue of projection optics, and substrate front faces with liquids, such as water and an organic solvent, forming an immersion field, and the wavelength of the exposure light in the inside of a liquid being set to  $1/n$  in air ( $n$  being usually 1.2 to about 1.6 at the refractive index of a liquid).

[Patent reference 1] International public presentation/[ 99th ] No. 49504 pamphlet

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0004]

However, the following problems exist in the conventional technique which was mentioned above. Since exposure is performed where a liquid is filled with the above-mentioned aligner between projection optics and a wafer, when a stage carries out movable, a certain error arises and the actuation (outside of an



assumption) besides control is made, there is a possibility that a liquid may disperse around. For example, although a liquid is supplied to between projection optics and a wafer by the liquid feeder style and the liquid recovery device using vacuum suction etc. is recovering the supplied liquid in the aligner indicated by the patent reference 1, if actuation of a liquid recovery device stops in the condition that the liquid feeder style is operating, it is possible [ it ] that the liquid on a wafer increases and it disperses around.

therefore, the liquid which dispersed in the immersion aligner -- failure of equipment and a member and a short circuit -- or -- rusting -- etc. -- \*\* -- it may cause un-arranging [ which was said ]. Moreover, the problem of it becoming impossible to perform exposure processing good in this case arises.

[0005]

This invention was made in consideration of the above points, suppresses the effect by leakage and permeation of the liquid for exposure, and aims at providing with the exposure approach the surface plate, the stage equipment, and the aligner list which enable good exposure processing.

[Means for Solving the Problem]

[0006]

The following configurations are used for this invention in order to attain the above-mentioned purpose. The surface plate of this invention is a surface plate (41) with the support front face (41A) which supports a body (PST), and it is characterized by preparing the recovery system (71) which collects liquids (1) from a surface plate (41) while it makes a surface plate (41) liquid repellance.

[0007]

since [ therefore, ] a recovery system (71) can recover this liquid in the surface plate of this invention even when a liquid (1) dispersed and flows out at a surface plate (41) -- failure of equipment and a member and a short circuit -- or -- rusting -- etc. -- \*\* -- it prevents causing un-arranging [ which was said ], or such inconvenient effect can be reduced. Moreover, in this invention, since the surface plate (41) has liquid repellance, on a support front face (41A), the liquid which dispersed and flowed out is damp, and does not spread, but it becomes possible to make it move easily, and-izing of the recovery can be carried out [ easy ].

[0008]

Moreover, the stage equipment of this invention is stage equipment (ST) which has the surface plate (41) supported for the movable object (PST) holding the substrate (P) with which a liquid is supplied to a front face, and a movable object (PST), enabling free migration, and when a liquid flows into a surface plate (41), it is characterized by to prepare the recovery system (71) which collects the liquids which flowed out.

[0009]

since [ therefore, ] a recovery system (71) can recover this liquid with the stage equipment of this invention even when a liquid dispersed and flows out of the front face of a substrate (P) at a surface plate (41) at the time of migration of a movable object (PST) etc. -- failure of equipment and a member and a short circuit -- or -- rusting -- etc. -- \*\* -- it prevents causing un-arranging [ which was said ], or such inconvenient effect can be reduced.

[0010]

The aligner of this invention is an aligner (EX) which exposes the pattern of a mask (M) through projection optics (PL) to the sensitization substrate (P) held on the substrate stage (PST). And as a substrate stage The stage equipment (ST) of a publication is used for any 1 term of claims 3-12, and the image of a pattern is characterized by being projected on a sensitization substrate (P) through the liquid filled between the point (2) of projection optics (PL), and the sensitization substrate (P).

[0011]

Moreover, the exposure approach of this invention is set to the exposure approach which exposes the pattern of a mask (M) according to projection optics (PL) to the substrate (P) on the substrate stage (PST) supported by the surface plate (41) movable. It is characterized by including the point (2) of projection optics (PL), the step which fills a liquid (1) between substrates (P), and the step which collects the liquids which flowed out when a liquid flows into a surface plate (41).

[0012]

since [ therefore, ] a recovery system (71) can recover this liquid even when the liquid (1) filled with the aligner and the exposure approach of this invention between the point (2) of projection optics (PL) and the sensitization substrate (P) dispersed and flows out at a surface plate (41) -- failure of equipment and a member and a short circuit -- or -- rusting -- etc. -- \*\* -- it prevents causing un-arranging [ which was said ], or such inconvenient effect can reduce.

[Effect of the Invention]

[0013]

as mentioned above, the liquid which dispersed and flowed out in this invention -- failure of equipment and a member and a short circuit -- or -- rusting -- etc. -- \*\* -- it becomes possible to carry out exposure processing which could prevent causing un-arranging [ which was said ] and stabilized in it.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0014]

Hereafter, the gestalt of operation of the exposure approach is explained to the surface plate of this invention, stage equipment, and an aligner list with reference to drawing 1 thru/or drawing 12 .

(The 1st operation gestalt)

The 1st operation gestalt explains stage equipment equipped with the surface plate concerning this invention, and this surface plate.

Drawing 1 is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the stage equipment of this invention.

[0015]

The substrate surface plate 41 with which the stage equipment ST shown in drawing 1 was supported by three points or four points through the vibrationproofing unit (scavenging unit) 9 on the base plate 4 (surface plate), The substrate stage PST as a body (movable object) which moves top-face (support front face) 41A of the substrate surface plate 41 in support of Substrate P The subject constitutes the X linear motor 47 which drives the substrate stage PST to X shaft orientations (the inside of drawing 1 , longitudinal direction), and the Y linear motor 48 which drives the substrate stage PST to Y shaft orientations (direction which intersects perpendicularly with space among drawing 1 ). The vibrationproofing unit 9 is equipped with actuators, such as air mounting with controllable internal pressure, and a voice coil motor, and has composition driven in the direction which intersects the substrate surface plate 41 perpendicularly with top-face 41A by the drive of an actuator.

[0016]

The substrate stage PST consists of the stage sections PS prepared movable with the table section PH and the table section PH which carry out adsorption maintenance of the substrate P, and the gas bearing (air bearing) 42 which are two or more non-contact bearings is formed in the inferior surface of tongue of the stage section PS. Outlet 42B from which the air bearing 42 blows off a gas (air) to top-face (guide side) 41A of the substrate surface plate 41, Have inlet 42A which attracts the gas between a substrate stage PST inferior surface of tongue (bearing surface) and guide side 41A, and by the balance with the repulsive force by the blowdown of the gas from outlet 42B, and the suction force by inlet 42A A fixed clearance is held between a substrate stage PST (stage section PS) inferior surface of tongue and guide side 41A. that is, the substrate stage PST carries out non-contact support to top-face (guide side) 41A of the substrate surface plate 41 by the air bearing 42 -- having -- \*\*\*\* -- substrate stage drives, such as a linear motor, -- the inside of a flat surface parallel to top-face 41A, i.e., XY flat surface, -- two-dimensional -- minute to theta Z direction of the movable and direction of the circumference of a shaft parallel to the Z-axis which intersects perpendicularly with top-face 41A -- it is pivotable. Furthermore, the table section PH is formed also in Z shaft orientations, the direction of thetaX (the direction of the circumference of a shaft parallel to the X-axis), and the direction (the direction of the circumference of a shaft parallel to the X-axis) of thetaY movable. A substrate stage drive is controlled by the control unit CONT. That is, the table section PH performs positioning in X shaft orientations and Y shaft orientations of Substrate P while it controls Z location and the tilt angle of Substrate P and doubles the front face of Substrate P with a predetermined field location.

[0017]

Moreover, near the pars basilaris ossis occipitalis of the stage section PS, the spraying opening (the 2nd scavenging unit) 75 on which air is sprayed is formed. The air for eliminating the liquid which remains to top-face 41A of the substrate surface plate 41 is turned to this top-face 41A, is sprayed on a slanting lower part, two or more formation is carried out at the fourth page around the stage section PS, respectively (not shown [ spraying opening formed in the +X / of the stage section PS /, and +Y side ] in drawing 2 referring-to-; however drawing 2 ), and the spraying opening 75 is connected to the non-illustrated air source of supply.

[0018]

The migration mirror 45 is formed on the substrate stage PST (front face 62 of the table section PH). Moreover, the laser interferometer 46 is formed in the location which counters the migration mirror 45. The location of the two-dimensional direction of the substrate P on the substrate stage PST and an angle of



rotation are measured on real time by the laser interferometer 46, and a measurement result is outputted to a control unit CONT. A control unit CONT positions the substrate P currently supported by the substrate stage PST by driving the substrate stage drive which contains a linear motor based on the measurement result of a laser interferometer 46. In addition, the migration mirror 45 may be formed in the side face of the substrate stage PST, and may make the table section PH a full flat.

Moreover, on the substrate stage PST (table section PH), the recovery nozzle 21 arranged on Substrate P by collecting the supply nozzle 14 to supply and the liquids 1 on Substrate P, and approaching on the front face of Substrate P liquid 1 is formed.

[0019]

Drawing 2 is the outline perspective view showing the substrate stage drive which drives the substrate stage PST and this substrate stage PST. In drawing 2, the substrate stage PST (stage section PS) is supported by X guide stage 44 free [ migration to X shaft orientations ]. It is movable to X shaft orientations by the X linear motor 47 at a predetermined stroke, the substrate stage PST being shown on X guide stage 44. The X linear motor 47 is equipped with needle 47B which was prepared in X guide stage 44 corresponding to stator 47A prepared so that it might extend in X shaft orientations, and this stator 47A, and was fixed to the substrate stage PST. And the substrate stage PST moves to X shaft orientations because needle 47B drives to stator 47A. Here, the substrate stage PST is supported by non-contact with the magnetic guide which consists of the magnet and actuator which maintain the gap of the specified quantity to Z shaft orientations to X guide stage 44. The substrate stage PST is moved to X shaft orientations with the X linear motor 47, where non-contact support is carried out on X guide stage 44. Moreover, although not illustrated, an encoder scale is formed in X guide stage 44, and the encoder (encoder head) which measures the relative-position relation between X guide stage 44 and the substrate stage PST by measuring an encoder scale is formed in the substrate stage PST.

[0020]

Drawing 3 is drawing having shown only X guide stage 44 and the substrate surface plate 41 in the stage equipment ST shown in drawing 2.

As shown in this drawing, X guide stage 44 which was prepared above the substrate surface plate 41 and which is a stage construct is formed in the shape of [ which carries out opening towards the upper part ] a cross-section abbreviation concave letter, and inclined plane (2nd ramp) 44A which inclines caudad gradually is formed in that top face as it goes to a crosswise abbreviation center section. And spacing is opened in the die-length direction of X guide stage 44, and two or more drain-port (through tube) 44B is formed in the lower limit section (lowest part) of inclined plane 44A. These drain-ports 44B is formed in the location which a liquid gives to top-face 41A, even when a liquid flows out of drain-port 44B so that it may be located above top-face 41A of the substrate surface plate 41 namely.

In addition, since stator 47A of the X linear motor 47 opens a clearance and is installed using a non-illustrated spacer in the crevice of X guide stage 44, it does not check that a liquid flows and falls along with inclined plane 44A.

[0021]

Moreover, when a liquid flows into the substrate surface plate 41, the recovery system 71 for collecting these liquids is formed in this stage equipment ST. The recovery system 71 consists of a gutter-shaped member (stripping section) 72 prepared along with the periphery of the substrate surface plate 41, waste fluid tubing 73 connected to the gutter-shaped member 72, and an aspirator 74 which attracts the liquid which flowed into the gutter-shaped member 72 through the waste fluid tubing 73.

[0022]

The gutter-shaped member 72 is formed in the shape of [ which carries out opening towards the upper part ] a cross-section abbreviation concave letter (refer to drawing 1), and liquid repellance coating (liquid-repellency treatment) by the fluorine or the fluorine compound is performed to base 72A in a crevice, and side-face 72B. Moreover, base 72A of a gutter-shaped member 72 is the ramp which is prepared in a location lower than top-face 41A of a surface plate 41, makes the lowest part the corner section C1 (+X, corner by the side of -Y) to which the waste fluid tubing 73 was connected, and inclines on the both sides of X shaft orientations and Y shaft orientations by making this corner section C1 and the diagonal corner section C2 into the highest part.

Moreover, also in top-face 41A of the substrate surface plate 41, like the gutter-shaped member 72, liquid repellance coating by the fluorine or the fluorine compound is performed, and it has the composition of having liquid repellance.

In addition, liquid repellance coating to the substrate surface plate 41 may be performed not only to top-face

41A but to the whole substrate surface plate 41.

[0023]

On the other hand, in the longitudinal direction both ends of X guide stage 44, this X guide stage 44 is established in the Y linear motors 48 and 48 of a pair movable to Y shaft orientations with the substrate stage PST. Each of the Y linear motor 48 is equipped with needle 48B prepared in the longitudinal direction both ends of X guide stage 44, and stator 48A prepared corresponding to this needle 48B. And X guide stage 44 moves to Y shaft orientations with the substrate stage PST because needle 48B drives to stator 48A. Moreover, X guide stage 44 can be rotated also to theta Z direction by adjusting each drive of the Y linear motors 48 and 48. Therefore, the substrate stage PST is as movable as X guide stage 44 to Y shaft orientations and theta Z direction in about one body by these Y linear motors 48 and 48.

[0024]

It is formed in each of X shaft-orientations both sides of the substrate surface plate 41 in the shape of front view of L characters, and the guide section 49 to which it shows migration to Y shaft orientations of X guide stage 44 is formed in it. The guide section 49 is supported on the base plate 4. In this operation gestalt, stator 48A of the Y linear motor 48 is prepared on flat part 49B of the guide section 49. On the other hand, the guided member 50 of a concave configuration is formed in each of the longitudinal direction both ends of the inferior surface of tongue of X guide stage 44. The guide section 49 engages with the guided section 50, and it is prepared so that top-face (guide side) 49A of the guide section 49 and the inside of the guided member 50 may counter. The gas bearing (air bearing) 51 which is non-contact bearing is formed in guide side 49A of the guide section 49, and X guide stage 44 is supported by non-contact to guide side 49A.

[0025]

Moreover, between stator 48A of the Y linear motor 48, and flat part 49B of the guide section 49, the gas bearing (air bearing) 52 which is non-contact bearing intervenes, and stator 48A is supported by the air bearing 52 by non-contact to flat part 49B of the guide section 49. For this reason, according to migration of the direction (or the direction of -Y) of +Y of X guide stage 44 and the substrate stage PST, stator 48A moves in the direction (or the direction of +Y) of -Y by the law of conservation of momentum. While the reaction force accompanying migration of X guide stage 44 and the substrate stage PST is offset by migration of this stator 48A, change of a center-of-gravity location can be prevented. That is, stator 48A has the function as the so-called counter mass.

[0026]

In the stage equipment ST of the above-mentioned configuration, by controlling the amount of supply of the liquid 1 from the supply nozzle 14, and the amount of recovery of the liquid 1 by the recovery nozzle 21, it is in the condition holding the liquid 1 of a constant rate, and the substrate stage PST can be moved to the front face of Substrate P along with a surface plate 41 with a substrate stage drive.

When a liquid disperses in the liquid recovery by the recovery nozzle 21 from on a substrate or it flows into it for the reasons of a trouble arising here, the part is given to X guide stage 44, and falls, and another part hangs down and falls to top-face 41A of the substrate surface plate 41.

[0027]

The liquid which flowed into X guide stage 44 flows along with inclined plane 44A, without stopping in a crevice, and hangs down and falls from drain-port 44B to top-face 41A of the substrate surface plate 41 in the lower limit section of inclined plane 44A (refer to drawing 3 ).

Here, since air is sprayed towards top-face 41A from the spraying opening 75 prepared in the pars basilaris ossis occipitalis of the substrate stage PST (stage section PS) and top-face 41A of a surface plate 41 has liquid repellant when the substrate stage PST is operating, the liquid which flowed into top-face 41A is liquid drop-like, is flown, and is brought together in a gutter-shaped member 72. And since liquid-repellency treatment is performed also in a gutter-shaped member 72 and base 72A inclines, base 72A meets by liquid drop-like voice, and a liquid flows more below (namely, the front face of Substrate P lower part) than top-face 41A (rolling), and are discharged and collected from the waste fluid tubing 73 by suction by the aspirator 74.

[0028]

On the other hand, although the liquid in the location which the air from the spraying opening 75 does not reach may stop on the substrate surface plate 41 when actuation of the substrate stage PST stops since the error arose, the actuators (for example, a linear motor, a voice coil motor, etc.) of the vibrationproofing unit 9 are driven in this case, and top-face 41A of the substrate surface plate 41 is leaned to a horizontal plane. Thereby, a liquid drop-like liquid rolls top-face 41A, and flows into a gutter-shaped member 72. Although a liquid is recoverable through the waste fluid tubing 73 since base 72A of a gutter-shaped member 72



inclines at this time even if it leans to which direction Since a liquid drop-like liquid flows into a gutter-shaped member 72 in the about one corner section C by leaning a surface plate 41 so that the corner section C1 to which the waste fluid tubing 73 was connected may become the lowest, it becomes [ to shorten time amount until it discharges the liquid on a surface plate 41 through the waste fluid tubing 73 ] possible and is suitable.

[0029]

as mentioned above, the liquid which dispersed and flowed out since a recovery system 71 recovered this liquid with the gestalt of this operation even when the liquid supplied on Substrate P dispersed and flows out by a certain reason at the substrate surface plate 41 -- failure of equipment and a member and a short circuit -- or -- rusting -- etc. -- \*\* -- it can prevent causing un-arranging [ which was said ]. Moreover, since it is the inclined plane into which pars-basilaris-ossis-occipitalis 72A of the gutter-shaped member 72 in a recovery system 71 has liquid repellance, and a liquid is made to flow caudad rather than surface plate top-face 41A with the gestalt of this operation, discharging and collecting smoothly is possible, without stopping a liquid in a gutter-shaped member 72. In addition, with the gestalt of this operation, since liquid repellance is given to top-face 41A of the substrate surface plate 41, a liquid is hard coming to adhere and it can fail to flow to a gutter-shaped member 72 easily. And with the gestalt of this operation, since air is sprayed from the spraying opening 75 to surface plate top-face 41A, while being able to eliminate easily the liquid which remains on a front face, even when a liquid disperses during the drive of the substrate stage PST at surface plate top-face 41A, possibility of involving in a liquid between a gas bearing 42 and top-face 41A can be reduced, a gap can be maintained, and it can contribute to the stable drive of the substrate stage PST. Moreover, with the gestalt of this operation, even when spraying or the liquid of air cannot be eliminated, a liquid can be easily eliminated by leaning the substrate surface plate 41 by the vibrationproofing unit 9.

[0030]

And since the liquid which flowed out with the gestalt of this operation in this way is recoverable with the substrate surface plate 41, while becoming possible to also adopt the configuration which does not dare collect the liquids supplied to the front face of Substrate P on the substrate stage PST and being able to control the vibration accompanying liquid recovery in this case, the temperature fall of the substrate by heat of vaporization can also be suppressed by covering many of substrate front faces with a liquid.

[0031]

Moreover, with the gestalt of this operation, also on X guide stage 44, since scattering and the liquid which flowed out are caudad led by inclined plane 44A and it can discharge from drain-port 44B, a liquid stops at X guide stage 44, and it can be affected thermally or can prevent producing silverfish and bacteria like [ in case a liquid is water ]. In addition, also on X guide stage 44, it is desirable to give liquid repellance like surface plate top-face 41A or base 72A of a gutter-shaped member 72, and to make migration of a liquid easy. Moreover, since it is better for the encoder head prepared in the substrate stage PST not to contact a liquid, covering with covering etc. is desirable.

[0032]

(The 2nd operation gestalt)

Then, the surface plate of this invention and the 2nd operation gestalt of stage equipment are explained.

Drawing 4 is drawing having shown the substrate stage PST, the substrate surface plate 41, and X guide stage 44 in simple in stage equipment.

In addition, in drawing 4 , illustration of the gutter-shaped member of the migration mirror on the substrate stage PST and a substrate, and the substrate surface plate 41 is omitted for convenience.

[0033]

With this operation gestalt, as shown in drawing 4 , the slot 76 is formed in the top face of the table section PH in the substrate stage PST along with the edge (periphery). Moreover, it is located above crevice 44C of X guide stage 44, and it extends in Z shaft orientations and the slot 76 and the notch 77 open for free passage are formed in one side face of the table section PH.

And rather than the substrate surface plate 41, it is located in the direction outside of X, and drain-port 44B is formed in crevice 44C of X guide stage 44. The waste fluid tubing 78 is connected to this drain-port 44B. And the aspirator 79 which attracts a liquid through the waste fluid tubing 78 is connected to the waste fluid tubing 78. Moreover, on X guide stage 44, it inclines and pars-basilaris-ossis-occipitalis 44D in crevice 44C is formed so that drain-port 44B may become the lowest part.

[0034]

With the above-mentioned configuration, the liquid supplied on the table section PH flows into a slot 76, and flows into crevice 44C of X guide stage 44 through a notch 77. And the liquid which flowed into

crevice 44C flows into drain-port 44B along the inclination of pars-basilaris-ossis-occipitalis 44D, and are discharged and collected from the waste fluid tubing 78 by suction of an aspirator 79.

Thus, with the gestalt of this operation, since the liquid which dispersed and flowed out does not reach crevice 44C of X guide stage 44 at top-face 41A of the substrate surface plate 41, the amount of the liquid which remains to top-face 41A can be reduced, it can become possible to reduce further possibility of involving in a liquid between a gas bearing and top-face 41A, and the drive stability of the substrate stage PST can be raised more.

[0035]

(The 3rd operation gestalt)

Then, the surface plate of this invention and the 3rd operation gestalt of stage equipment are explained.

Only the configurations in which the 3rd operation gestalt discharges a liquid from drain-port 44B to the 2nd operation gestalt differ.

That is, with the gestalt of this operation, drain-port 44B of X guide stage 44 is located and formed above the gutter-shaped member 72. And waste fluid tubing etc. is not connected to drain-port 44B.

[0036]

With the above-mentioned configuration, the liquid which flowed into crevice 44C of X guide stage 44 flows along the inclination of pars-basilaris-ossis-occipitalis 44D, carries out natural fall from drain-port 44B, and is recovered by the gutter-shaped member 72. Thus, with the gestalt of this operation, since the liquid which dispersed and flowed out is not compulsorily attracted on X guide stage 44, it can prevent that vibration occurs with suction.

[0037]

(The 4th operation gestalt)

Next, the aligner equipped with the stage equipment ST shown with the above-mentioned 1st operation gestalt is explained with reference to drawing 6 thru/or drawing 8. The gestalt of this operation explains using the example in the case of applying the stage equipment of the above-mentioned operation gestalt to the substrate stage where holds a sensitization substrate and it moves in the aligner which carries out projection exposure of the pattern image of a mask at a sensitization substrate. In addition, with this operation gestalt, about the same component as the above-mentioned 1st operation gestalt, the same sign is attached, and the explanation is omitted or simplified.

[0038]

Drawing 6 is the outline block diagram showing the aligner of this invention.

The mask stage MST where Aligner EX supports Mask M in drawing 6 The stage equipment ST shown by above-mentioned drawing 1 thru/or drawing 3 which has the substrate stage PST which supports Substrate (sensitization substrate) P The illumination-light study system IL which illuminates the mask M currently supported by the mask stage MST with the exposure light EL It has the control unit CONT which carries out generalization control of the actuation of the projection optics PL which carries out projection exposure of the pattern image of the mask M illuminated with the exposure light EL at the substrate P currently supported by the substrate stage PST, and the whole aligner EX. When abnormalities arise about exposure processing, the alarm K which emits an alarm is connected to the control unit CONT. Furthermore, Aligner EX is equipped with the Main column 3 which supports a mask stage MST and projection optics PL. The Main column 3 is installed on the base plate 4 laid at a level with a floor line. Top step 3A and bottom step 3B which project towards the inside are formed in the Main column 3.

[0039]

The aligner EX of this operation gestalt is an immersion aligner which applied the immersion method, in order to shorten exposure wavelength substantially, and to make the depth of focus large substantially, while improving resolution, and it is equipped with the liquid feeder style 10 which supplies a liquid 1 on Substrate P, and the liquid recovery device 20 in which the liquids 1 on Substrate P are collected. Aligner EX forms the immersion field AR 2 in the part on the substrate P which includes the projection field AR 1 of projection optics PL with the liquid 1 supplied from the liquid feeder style 10, while imprinting the pattern image of Mask M on Substrate P at least. Aligner EX fills a liquid 1 between the optical element 2 of the point (trailer) of projection optics PL, and the front face of Substrate P, and, specifically, exposes this substrate P by projecting the pattern image of Mask M on Substrate P through the liquid 1 and projection optics PL between this projection optics PL and Substrate P.

[0040]

With this operation gestalt, carrying out a synchronized drive for being suitable (hard flow), as an aligner EX, the case where the scanning aligner (the so-called scanning stepper) which exposes a mutually different



pattern [ in / for Mask M and Substrate P / a scanning direction ] formed in Mask M to Substrate P is used is made into an example, and it explains. Let [ the direction which is in agreement with the optical axis AX of projection optics PL ] a direction (non-scanning direction) perpendicular to X shaft orientations, Z shaft orientations, and X shaft orientations be Y shaft orientations for the direction of a synchronized drive of Mask M and Substrate P (scanning direction) in the following explanation in a flat surface perpendicular to Z shaft orientations and Z shaft orientations.

In addition, a "substrate" here contains the reticle the "mask" had the device pattern by which contraction projection is carried out formed on a substrate including what applied the photoresist which is a photosensitive ingredient on the semi-conductor wafer.

[0041]

The illumination-light study system IL is supported by the support column 5 fixed to the upper part of the Maine column 3. The illumination-light study system IL illuminates the mask M currently supported by the mask stage MST with the exposure light EL, and has the adjustable field diaphragm which sets up the lighting field on the condensing lens which condenses the exposure light EL from an optical integrator and an optical integrator which equalizes the illuminance of the flux of light injected from the light source for exposure, and the light source for exposure, a relay lens system, and the mask M by the exposure light EL in the shape of a slit. The predetermined lighting field on Mask M is illuminated by the illumination-light study system IL with the exposure light EL of uniform illumination distribution. As an exposure light EL injected from the illumination-light study system IL, vacuum-ultraviolet light (VUV light), such as far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line) of an ultraviolet area, KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected, for example from a mercury lamp, and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm), F2 laser beam (wavelength of 157nm), etc. is used. ArF excimer laser light is used in this operation gestalt.

[0042]

Pure water is used for a liquid 1 in this operation gestalt. Pure water can penetrate not only ArF excimer laser light but far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line) of an ultraviolet area, KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected from a mercury lamp.

[0043]

The mask stage MST is equipped with opening 34A which makes the center section pass the pattern image of Mask M in support of Mask M. The mask surface plate 31 is supported through the vibrationproofing unit 6 by top step 3A of the Maine column 3. Opening 34B which passes the pattern image of Mask M is formed also in the center section of the mask surface plate 31. Two or more gas bearings (air bearing) 32 which are non-contact bearing are formed in the inferior surface of tongue of a mask stage MST. a mask stage MST carries out non-contact support to top-face (guide side) 31A of the mask surface plate 31 by the air bearing 32 -- having -- \*\*\*\* -- mask stage drives, such as a linear motor, -- the inside of a flat surface perpendicular to the optical axis AX of projection optics PL, i.e., XY flat surface, -- two-dimensional -- minute to movable and theta Z direction -- it is pivotable. The migration mirror 35 is formed on the mask stage MST.

Moreover, the laser interferometer 36 is formed in the location which counters the migration mirror 35. The location of the two-dimensional direction of the mask M on a mask stage MST and the angle of rotation (depending on the case, the angle of rotation of thetaX and the direction of thetaY is also included) of theta Z direction are measured on real time by the laser interferometer 36, and a measurement result is outputted to a control unit CONT. A control device CONT controls the location of the mask M currently supported by the mask stage MST by driving a mask stage drive based on the measurement result of a laser interferometer 36.

[0044]

Projection optics PL carries out projection exposure of the pattern of Mask M for the predetermined projection scale factor beta at Substrate P, it consists of two or more optical elements containing the optical element (lens) 2 prepared in the point by the side of Substrate P, and these optical elements are supported by Lens-barrel PK. In this operation gestalt, the projection scale factor beta of projection optics PL is the contraction system of 1/4 or 1/5. In addition, any of unit systems and an expansion system are sufficient as projection optics PL. The flange FLG is formed in the periphery section of Lens-barrel PK. Moreover, the lens-barrel surface plate 8 is supported by bottom step 3B of the Maine column 3 through the vibrationproofing unit 7. And when the flange FLG of projection optics PL engages with the lens-barrel surface plate 8, projection optics PL is supported by the lens-barrel surface plate 8.

[0045]

The optical element 2 of the point of the projection optics PL of this operation gestalt is formed possible



[ attachment and detachment (exchange) ] to Lens-barrel PK. The liquid 1 of the immersion field AR 2 contacts an optical element 2. The optical element 2 is formed with the fluorite. since compatibility of a fluorite with water is high -- liquid contact surface 2a of an optical element 2 -- a liquid 1 can be mostly stuck on the whole surface. That is, since he is trying for compatibility with liquid contact surface 2a of an optical element 2 to supply the high liquid(water) 1 in this operation gestalt, the adhesion of liquid contact surface 2a of an optical element 2 and a liquid 1 can be high, and can fill certainly the optical path between an optical element 2 and Substrate P with a liquid 1. In addition, an optical element 2 may be a quartz with high compatibility with water. Moreover, hydrophilization (lyophilic-izing) processing is performed to liquid contact surface 2a of an optical element 2, and you may make it raise compatibility with a liquid 1 more.

[0046]

Plate member 2P are prepared so that an optical element 2 may be surrounded. The substrate P of plate member 2P and the field (namely, inferior surface of tongue) which counters are a flat side. Inferior-surface-of-tongue (liquid contact surface) 2a of an optical element 2 is also a flat side, and the inferior surface of tongue of plate member 2P and the inferior surface of tongue of an optical element 2 are almost flat-tapped. Thereby, the immersion field AR 2 can be formed good in the large range. Moreover, surface treatment (lyophilic-ized processing) can be performed to the inferior surface of tongue of plate member 2P like an optical element 2.

[0047]

Drawing 7 is the liquid feeder style 10, the liquid recovery device 20, and an enlarged drawing in which it is shown near the projection optics PL point. A liquid 1 is supplied to between projection optics PL and Substrate P, it connected with the liquid feed zone 11 which can send out a liquid 1, and the liquid feed zone 11 through the supply pipe 15, and the liquid feeder style 10 is equipped with the supply nozzle 14 which supplies the liquid 1 sent out from this liquid feed zone 11 on Substrate P. The supply nozzle 14 approaches the front face of Substrate P, and is arranged. The liquid feed zone 11 is equipped with the tank which holds a liquid 1, the booster pump, etc., and supplies a liquid 1 on Substrate P through a supply pipe 15 and the supply nozzle 14. Liquid supply actuation of the liquid feed zone 11 is controlled by the control unit CONT, and its control unit CONT is controllable in the liquid amount of supply per [ to the substrate P top by the liquid feed zone 11 ] unit time amount.

[0048]

The flowmeter 12 which measures the amount (liquid amount of supply per unit time amount) of the liquid 1 supplied on Substrate P from the liquid feed zone 11 in the middle of a supply pipe 15 is formed. A flowmeter 12 always carries out the monitor of the amount of the liquid 1 supplied on Substrate P, and outputs the measurement result to a control unit CONT. Moreover, between the flow meter 12 and the supply nozzle 14, the bulb 13 which opens and closes the passage of a supply pipe 15 is formed among supply pipes 15. The switching action of a bulb 13 is controlled by the control unit CONT. In addition, the bulb 13 in this operation gestalt serves as the so-called normal off method which blockades the passage of a supply pipe 15 mechanically, when the driving source (power source) of Aligner EX (control unit CONT) stops by interruption of service etc.

[0049]

The liquid recovery device 20 collects the liquids 1 on the substrate P supplied by the liquid feeder style 10, and is equipped with the recovery nozzle (suction opening) 21 arranged by approaching the front face of Substrate P, and the vacuum system 25 connected to the recovery nozzle 21 through the recovery tubing 24. The vacuum system 25 is constituted including the vacuum pump, and the actuation is controlled by the control unit CONT. When the vacuum system 25 drives, the liquids 1 on Substrate P are collected through the recovery nozzle 21 with the gas (air) of the perimeter. In addition, you may make it use the vacuum system of the works where Aligner EX is arranged as a vacuum system 25, without forming a vacuum pump in an aligner.

[0050]

The vapor-liquid-separation machine 22 which separates the liquid 1 absorbed from the recovery nozzle 21 in the middle of and a gas is formed. [ the recovery tubing 24 ] Here, as mentioned above, the gases of the perimeter are also collected from the recovery nozzle 21 with the liquid 1 on Substrate P. The vapor-liquid-separation machine 22 separates the liquid 1 and gas which were collected from the recovery nozzle 21. The liquid and gas which were collected to the tube part material which has two or more holes as a vapor-liquid-separation machine 22, for example can be circulated, and the gravity separation method which separates a liquid and a gas, the centrifugal separation method which separates the collected liquid and a gas using a

centrifugal force can be adopted by dropping a liquid through said hole according to a gravity operation. And the vacuum system 25 attracts the gas separated with the vapor-liquid-separation vessel 22.

[0051]

Between the vacuum system 25 and the vapor-liquid-separation machine 22, the oven 23 which dries the gas separated with the vapor-liquid-separation vessel 22 is formed among the recovery tubing 24. Even if the liquid component is intermingled into the gas separated with the vapor-liquid-separation vessel 22, a gas can be dried with an oven 23 and inconvenient generating of failure of the vacuum system 25 resulting from a liquid component flowing etc. can be prevented by making the dry gas flow into the vacuum system 25. As an oven 23, the method except a liquid component etc. is employable cooling the gas (gas into which the liquid component is intermingled) supplied, for example from the vapor-liquid-separation machine 22 below to the dew-point of the liquid by heating more than the method except a liquid component, and the boiling point of the liquid.

[0052]

On the other hand, the liquids 1 separated with the vapor-liquid-separation vessel 22 are collected by the liquid stripping section 28 through the 2nd recovery tubing 26. The liquid stripping section 28 is equipped with the tank which holds the collected liquid 1. The liquid 1 collected by the liquid stripping section 28 is discarded, for example, or is made clean, and is returned and reused by liquid feed zone 11 grade. Moreover, it is in the middle of the 2nd recovery tubing 26, and the flowmeter 27 which measures the amount (the amount of liquid recovery per unit time amount) of the collected liquid 1 is formed between the vapor-liquid-separation machine 22 and the liquid stripping section 28. A flowmeter 27 always carries out the monitor of the amount of the liquid 1 collected from on Substrate P, and outputs the measurement result to a control unit CONT. Although the gases of the perimeter are also collected from the recovery nozzle 21 with the liquid 1 on Substrate P as mentioned above, the vapor-liquid-separation machine 22 separates a liquid 1 and a gas, and a flowmeter 27 becomes measurable correctly by sending only a liquid component to a flowmeter 27 about the amount of the liquid 1 collected from Substrate P top.

[0053]

Moreover, Aligner EX is equipped with the focal detection system 56 which detects the location of the front face of the substrate P currently supported by the substrate stage PST. The focal detection system 56 is equipped with floodlighting section 56A which projects the flux of light for detection from the direction of slant through a liquid 1 on Substrate P, and light sensing portion 56B which receives the reflected light of said flux of light for detection reflected with Substrate P. The light-receiving result of the focal detection system 56 (light sensing portion 56B) is outputted to a control unit CONT. A control unit CONT can detect the positional information of Z shaft orientations of a substrate P front face based on the detection result of the focal detection system 56. Moreover, thetaX of Substrate P and the inclination information on the direction of thetaY are detectable by projecting two or more flux of lights for detection from floodlighting section 56A.

[0054]

in addition, a part of drawing 1 -- as shown in a sectional view, separation support of the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20 is carried out to the lens-barrel surface plate 8. Thereby, vibration produced by the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20 does not get across to projection optics PL through the lens-barrel surface plate 8.

[0055]

Drawing 8 is the top view showing physical relationship with the projection field AR 1 of the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20, and projection optics PL. The projection field AR 1 of projection optics PL serves as the shape of a long and slender rectangle (the shape of a slit) at Y shaft orientations, three supply nozzles 14A-14C are arranged at the +X side, and two recovery nozzles 21A and 21B are arranged at the -X side so that the projection field AR 1 may be inserted into X shaft orientations. And the supply nozzles 14A-14C are connected to the liquid feed zone 11 through a supply pipe 15, and the recovery nozzles 21A and 21B are connected to the vacuum system 25 through the recovery tubing 24. moreover, the arrangement turning around the supply nozzles 14A-14C and about 180 degrees of recovery nozzles 21A and 21B -- supply nozzle 14A -- '-14C', recovery nozzle 21A', 21B' are arranged. The supply nozzles 14A-14C, and recovery nozzle 21A' and 21B' are arranged by turns by Y shaft orientations. Supply nozzle 14A' - 14C' and the recovery nozzles 21A and 21B are arranged by turns by Y shaft orientations, supply nozzle 14A' - 14C' is connected to the liquid feed zone 11 through supply pipe 15', and recovery nozzle 21A' and 21B' are connected to the vacuum system 25 through recovery tubing 24'. In addition, in the middle of supply pipe 15', flow-meter 12' and bulb 13' are prepared like the supply pipe 15. Moreover, in the middle of



recovery tubing 24', vapor-liquid-separation machine 22' and oven 23' are prepared like the recovery tubing 24.

[0056]

Next, the procedure which exposes the pattern of Mask M to Substrate P using the aligner EX mentioned above is explained.

While Mask M was loaded to the mask stage MST, after Substrate P is loaded to the substrate stage PST, a control unit CONT drives the liquid feed zone 11 of the liquid feeder style 10, and supplies the liquid 1 of the specified quantity on Substrate P per unit time amount through a supply pipe 15 and the supply nozzle 14. Moreover, a control unit CONT drives the vacuum system 25 of the liquid recovery device 20 with supply of the liquid 1 by the liquid feeder style 10, and collects the liquids 1 of the specified quantity per unit time amount through the recovery nozzle 21 and the recovery tubing 24. Thereby, the immersion field AR 2 of a liquid 1 is formed between the optical element 2 of the point of projection optics PL, and Substrate P (step which fills a liquid). Here, in order to form the immersion field AR 2, a control unit CONT controls each of the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20 so that the liquid amount of supply to Substrate P top and the amount of liquid recovery from Substrate P turn into the almost same amount. And a control unit CONT illuminates Mask M with the exposure light EL by the illumination-light study system IL, and projects the image of the pattern of Mask M on Substrate P through projection optics PL and a liquid 1.

[0057]

At the time of scan exposure, some pattern images of Mask M are projected on the projection field AR 1, and Substrate P moves in the direction of +X (or the direction of -X) by rate  $\beta \cdot V$  ( $\beta$  is a projection scale factor) through the substrate stage PST to projection optics PL synchronizing with Mask M moving in the direction of -X (or the direction of +X) at a rate V. And after exposure ending to one shot field, the next shot field moves to a scan starting position by stepping of Substrate P, and exposure processing to each shot field is hereafter performed one by one by step - and - scanning method. With this operation gestalt, it is set as the migration direction of Substrate P, and parallel so that a liquid 1 may be poured in the same direction as the migration direction of Substrate P. That is, when moving Substrate P to the scanning direction (the direction of -X) shown by the arrow head Xa (refer to drawing 8) and performing scan exposure, the supply and recovery of a liquid 1 by the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20 are performed using a supply pipe 15, the supply nozzles 14A-14C, the recovery tubing 24, and the recovery nozzles 21A and 21B. Namely, in case Substrate P moves in the direction of -X, while a liquid 1 is supplied between projection optics PL and Substrate P from the supply nozzle 14 (14A-14C), the liquids 1 on Substrate P are collected with the gas of the perimeter from the recovery nozzle 21 (21A, 21B), and a liquid 1 flows in the direction of -X so that between the optical element 2 of the point of projection optics PL and Substrates P may be filled.

[0058]

the case where move Substrate P to the scanning direction (the direction of +X) shown by the arrow head Xb (refer to drawing 8) on the other hand, and scan exposure is performed -- supply pipe 15' supply nozzle 14A -- the supply and recovery of a liquid 1 by the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20 are performed using '14C', recovery tubing 24' and recovery nozzle 21A', 21B'. namely, in case Substrate P moves in the direction of +X While a liquid 1 is supplied between projection optics PL and Substrate P from supply nozzle 14' (14A'-14C') The liquids 1 on Substrate P are collected for the gas of the perimeter from recovery nozzle 21' (21A', 21B'), and a liquid 1 flows in the direction of +X so that between the optical element 2 of the point of projection optics PL and Substrates P may be filled. Since the liquid 1 supplied through the supply nozzle 14 in this case is drawn between an optical element 2 and Substrate P with migration in the direction of -X of Substrate P, is made and flows, even if the supply energy of the liquid feeder style 10 (liquid feed zone 11) is small, a liquid 1 can be easily supplied between an optical element 2 and Substrate P. And also when scanning Substrate P by changing the direction which pours a liquid 1 according to a scanning direction in the which direction of the direction of +X, or the direction of -X, between an optical element 2 and Substrates P can be filled with a liquid 1, and high resolution and the large depth of focus can be obtained.

[0059]

The measurement result of the flowmeter 12 formed in the liquid feeder style 10 and the measurement result of a flowmeter 27 prepared in the liquid recovery device 20 are always outputted to the control unit CONT during exposure processing. A control unit CONT measures, the amount of the liquid supplied on Substrate P, and the measurement result of a flowmeter 27, i.e., the amount of the liquid collected from Substrate P



top according to the liquid recovery device 20, and controls the bulb 13 of the liquid feeder style 10 based on the compared result, the measurement result 10, i.e., the liquid feeder style, of a flowmeter 12. A control unit CONT searches for the difference of the liquid amount of supply (measurement result of a flowmeter 12) to Substrate P top, and the amount of liquid recovery from Substrate P (measurement result of a flowmeter 27), and, specifically, the difference searched for controls a bulb 13 based on whether the allowed value (threshold) set up beforehand was exceeded. Here, as having mentioned above, if a control unit CONT is in the situation that each of the liquid supply actuation by the liquid feeder style 10 and the liquid recovery actuation by the liquid recovery device 20 is performed normally since it is controlling each of the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20 so that the liquid amount of supply to Substrate P top and the amount of liquid recovery from Substrate P may become almost the same, the difference which searched for the account of a top will serve as zero mostly.

[0060]

When the difference searched for is more than an allowed value, the amount of liquid recovery judges that abnormalities arise in recovery actuation of the liquid recovery device 20, and the control unit CONT cannot fully be collecting liquids 1 when extremely few compared with the liquid amount of supply. At this time, it judges that abnormalities, such as failure, arose in the vacuum system 25 of the liquid recovery device 20, and the bulb 13 of the liquid feeder style 10 is operated, the passage of a supply pipe 15 is intercepted, and a control unit CONT suspends supply of the liquid 1 to the substrate P top by the liquid feeder style 10, in order to prevent leakage of the liquid 1 resulting from a liquid 1 being normally unrecoverable with the liquid recovery device 20. Thus, the amount of liquids supplied on Substrate P from the liquid feeder style 10 and the amount of liquids collected by the liquid recovery device 20 are measured, the abnormalities of recovery actuation of the liquid recovery device 20 are detected based on the comparison result, it becomes superfluous supplying a liquid 1, and a control unit CONT suspends supply of the liquid 1 to Substrate P top, when abnormalities are detected. In addition, when a control unit CONT detects this abnormality, you may make it make it \*\*\*\* an alarm to the above-mentioned alarm K. Furthermore, a display is prepared in the above-mentioned alarm K, and a control unit CONT may be made to display abnormalities to a display. Moreover, a leakage-of-water sensor may be formed in some recovery systems [ at least ] 71 (for example, a gutter-shaped member 72 and a slot), and abnormalities may be detected according to the detection result of this leakage-of-water sensor.

[0061]

It is already supplied on Substrate P, and at this time, as the above-mentioned 1st operation gestalt explained, the liquid 1 which were not collected by the liquid recovery device 20 flows out of the substrate stage PST into top-face 41A of the substrate surface plate 41 indirectly through direct or X guide stage 44, and a part flows into a gutter-shaped member 72, and they are collected. Moreover, about the liquid which remains to surface plate top-face 41A, a control device CONT can slush and collect liquids to a gutter-shaped member 72 by driving the vibrationproofing unit 9 (actuator) and leaning the substrate surface plate 41 (liquid recovery step).

[0062]

thus -- the case where a liquid dispersed and flows out of on Substrate P by a certain reason while being able to obtain high resolution and the large depth of focus by filling between an optical element 2 and Substrates P with the gestalt of this operation with a liquid 1 -- a liquid -- collecting -- failure of equipment and a member and a short circuit -- or -- rusting -- etc. -- \*\* -- it can prevent causing un-arranging [ which was said ] and it becomes possible to carry out exposure processing smoothly.

[0063]

As mentioned above, although the suitable operation gestalt concerning this invention was explained referring to an accompanying drawing, it cannot be overemphasized that this invention is not limited to the starting example. If it is this contractor, it will be clear that it can hit on an idea for various kinds of examples of modification or examples of correction in the criteria of the technical thought indicated by the claim, and it will be understood as what naturally belongs to the technical range of this invention also about them.

[0064]

For example, although considered as the configuration which forms a gutter-shaped member 72 in the perimeter of the substrate surface plate 41 as a stripping section of a recovery system 71 with the gestalt of the above-mentioned implementation Level difference section 41B formed in the perimeter which met the edge of the substrate surface plate 41 lower than substrate top-face 41A as shown in drawing 9 instead of what is limited to this, It is good also as a configuration which collects the liquids which formed the slot 81

by the wall material 80 prepared in the side face of the substrate surface plate 41, and dispersed and flowed out by this slot 81 at the substrate surface plate 41. In order to collect liquids smoothly also in this case, while performing liquid-repellency treatment in a slot 81, it is desirable to make level difference section 41B incline.

Moreover, as shown in drawing 10, without using wall material, a slot 81 is established in the perimeter in alignment with the periphery of the substrate surface plate 41, and it is good also considering this slot 81 as a stripping section.

In addition, it is not necessary to necessarily establish a slot 81 in the perimeter of the substrate surface plate 41. For example, while forming two slots 81 along with the periphery of the direction of X of the substrate surface plate 41 (scanning direction), you may make it form two gutter-shaped members 72 along with the periphery of the direction (non-scanning direction) of Y of the substrate surface plate 41. Thus, the recovery system 71 indicated by the gestalt of this operation can be combined suitably, and can be used.

[0065]

Moreover, although the gestalt of the above-mentioned implementation explained X guide stage 44 as the shape of a cross-section abbreviation concave letter, as shown in drawing 11, it is good also as the shape of cross-section abbreviation H. Since a big load is added crosswise (the inside of drawing 11, longitudinal direction) by the air from the gas bearing (air bearing) prepared in the substrate stage PST, side-attachment-wall 44C of X guide stage 44 can prevent that an unbalanced load joins X guide stage 44 by making it H configuration and considering as a vertical symmetry configuration. Moreover, although inclined plane 44A of an upper part side is originally also good, for unbalanced load prevention, it is desirable to prepare also in an inferior-surface-of-tongue side at the symmetry.

[0066]

Furthermore, although considered as the configuration which eliminates the liquid which remains to substrate top-face 41A by leaning the substrate surface plate 41 using the vibrationproofing unit 9 with the above-mentioned operation gestalt, the configuration which makes substrate top-face 41A the inclined plane which inclined to the horizontal plane is also employable. In this case, what is necessary is to drive the location of the table section PH to Z shaft orientations according to the location of the substrate stage PST, and just to amend the location of the front face of Substrate P, since the location of Z shaft orientations on the front face of a substrate is changed by migration of the substrate stage PST.

In order similarly to make smooth exclusion of the liquid which remains in the table section PH, it is good also as a configuration which makes the front face of the table section PH an inclined plane, or performs liquid-repellency treatment.

Moreover, when leaning the substrate surface plate 41, and when making the front face of the table section PH into an inclined plane, a migration mirror, FIDISHARUMAKU of making it incline so that the direction in which the member with it better [ not to contact a liquid ] is not installed may become low, etc. are desirable.

[0067]

As mentioned above, the liquid 1 in this operation gestalt is constituted by pure water. Pure water has an advantage without the bad influence to a photoresist, an optical element (lens), etc. on Substrate P while being able to come to hand in large quantities easily by a semi-conductor plant etc. Moreover, since the content of an impurity is very low, pure water can also expect the operation which washes the front face of Substrate P, and the front face of an optical element established in the apical surface of projection optics PL, while not having a bad influence to an environment.

And since the refractive index  $n$  of the pure water(water) to the exposure light EL whose wavelength is about 193nm is about 1.44, when ArF excimer laser light (wavelength of 193nm) is used as the light source of the exposure light EL, on Substrate P, it is short-wavelength-ized by  $1/n$ , i.e., about 134nm, and high resolution is obtained. Furthermore, when what is necessary is just to be able to secure the depth of focus comparable as the case where it is used in air since the depth of focus is expanded [ be / it / under / air / comparing ] to about  $n$  times, i.e., about 1.44 times, it can make the numerical aperture of projection optics PL increase more, and its resolution improves also at this point.

[0068]

In addition, what is necessary is just to use the liquid of fluorine systems, such as fault fluorine system oil [ which can penetrate F2 laser beam as a liquid 1 / for example, ], polyether, etc. fluoride (PFPE), in this case, since this F2 laser beam does not penetrate water when the light source of for example, the exposure light EL which may be liquids other than water is F2 laser although the liquid 1 of this operation gestalt is water. Moreover, if it considers as a liquid 1, there is permeability over the exposure light EL, a refractive



index is high as much as possible, and it is also possible to use a stable thing (for example, cedar oil) to the photoresist applied to projection optics PL and a substrate P front face.

[0069]

Moreover, although the optical element 2 is attached at the tip of projection optics PL with this operation gestalt, as an optical element attached at the tip of projection optics PL, you may be the optical plate used for the optical property of projection optics PL, for example, adjustment of aberration (spherical aberration, comatic aberration, etc.). Or you may be the plane-parallel plate which can penetrate the exposure light EL.

[0070]

In each above-mentioned operation gestalt, especially the configuration of the nozzle mentioned above is not limited and may be made to perform supply or recovery of a liquid 1 with two pairs of nozzles about the long side of the projection field AR 1. In addition, in this case, in order to enable it to perform supply and recovery of a liquid 1 also from the which direction of the direction of +X, or the direction of -X, it may compare with a supply nozzle and a recovery nozzle up and down, and you may arrange.

[0071]

In addition, as a substrate P of each above-mentioned operation gestalt, not only the semi-conductor wafer for semiconductor device manufacture but the glass substrate for display devices, the mask used with the ceramic wafer for the thin film magnetic heads or an aligner or the original edition (synthetic quartz, silicon wafer) of a reticle, etc. is applied.

[0072]

Moreover, although the aligner which fills between projection optics PL and Substrates P with a liquid locally is adopted in an above-mentioned operation gestalt The immersion aligner to which the stage holding the substrate for [ which is indicated by JP,6-124873,A ] exposure is moved in a cistern, The liquid tub of the predetermined depth can be formed on a stage which is indicated by JP,10-303114,A, and this invention can be applied also to the immersion aligner which holds a substrate in it.

[0073]

It is applicable also to the projection aligner (stepper) of the step-and-repeat method which one-shot exposure of the pattern of Mask M is carried out [ method ] in the condition of having stood still Mask M and Substrate P other than the scanning aligner (scanning stepper) of step - which carries out the synchronized drive of Mask M and the substrate P, and carries out scan exposure of the pattern of Mask M as an aligner EX, and - scanning method, and carries out step migration of the substrate P one by one. Moreover, this invention can apply at least two patterns also to the aligner of step - imprinted in piles partially and - SUTITCHI method on Substrate P.

[0074]

Moreover, this invention is equipped with two wafer stages (substrate stage), is with an alignment location and an exposure location, and can apply them also to the aligner of the twin stage mold with which these two wafer stages are replaced as indicated by JP,2001-160530,A. In this case, it is good as for driving the liquid feed zone 11 and the liquid stripping section 28 at the time of exchange of two wafer stages. This is because the liquid 1 from the liquid feed zone 11 is recoverable through the substrate surface plate 41 as mentioned above. Thereby, the throughput of a twin stage mold aligner can be raised further.

[0075]

As a class of aligner EX, it is not restricted to the aligner for semiconductor device manufacture which exposes a semiconductor device pattern to Substrate P, but can apply to the aligner for manufacturing an aligner, the thin film magnetic head, an image sensor (CCD), a reticle or a mask for the object for liquid crystal display component manufacture, or display manufacture, etc. widely.

[0076]

When using a linear motor (USP5,623,853 or USP5,528,118 reference) for the substrate stage PST and a mask stage MST, it is desirable to use one of the magnetic levitation molds using the air surfacing mold using air bearing as a method and the Lorentz force, or the reactance force of surfacing those stages to a surface plate. Moreover, the type which moves along with a guide is sufficient as each stages PST and MST, and they may be guide loess types which do not prepare a guide.

[0077]

The flat-surface motor which the magnet unit which has arranged the magnet to two dimensions, and the armature unit which has arranged the coil to two dimensions are made to counter as a drive of each stages PST and MST, and drives each stages PST and MST according to electromagnetic force may be used. In this case, what is necessary is to connect either of a magnet unit and an armature unit to Stages PST and MST, and just to establish another side of a magnet unit and an armature unit in the migration side side of Stages



PST and MST.

[0078]

The reaction force generated by migration of the substrate stage PST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member as indicated by JP,8-166475,A (USP5,528,118), so that it may not get across to projection optics PL. The reaction force generated by migration of a mask stage MST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member as indicated by JP,8-330224,A (US S/N 08/416,558), so that it may not get across to projection optics PL.

[0079]

the aligner EX of this operation gestalt -- this application -- it is manufactured by assembling the various subsystems containing each component mentioned to the claim so that a predetermined mechanical precision, electric precision, and optical precision may be maintained. In order to secure these various precision, before and after this assembly, adjustment for attaining electric precision is performed about the adjustment for attaining mechanical precision about the adjustment for attaining optical precision about various optical system, and various mechanical systems, and various electric systems. Like the assembler from various subsystems to an aligner, the mechanical connections between [ various ] subsystems, wiring connection of an electrical circuit, piping connection of an atmospheric-pressure circuit, etc. are included. It cannot be overemphasized that it is in the front like the assembler from these various subsystems to an aligner like the assembler of each subsystem each. If it ends like the assembler to the aligner of various subsystems, comprehensive adjustment will be performed and the various precision as the whole aligner will be secured. In addition, as for manufacture of an aligner, it is desirable to carry out in the clean room where temperature, an air cleanliness class, etc. were managed.

[0080]

As micro devices, such as a semiconductor device, are shown in drawing 12 With the aligner EX of step 201 which performs the function and engine-performance design of a micro device, step 202 which manufactures the reticle (mask) based on this design step, step 203 which manufactures the substrate which is the base material of a device, and the operation gestalt mentioned above It is manufactured through the substrate processing step 204 which exposes the pattern of a reticle to a substrate, the device assembly step (a dicing process, a bonding process, and a package process are included) 205, and inspection step 206 grade.

[Brief Description of the Drawings]

[0081]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing the surface plate and stage equipment of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective view showing stage equipment.

[Drawing 3] It is the appearance perspective view having shown X guide stage and the substrate surface plate in stage equipment.

[Drawing 4] It is the perspective view showing the outline configuration of the surface plate concerning the 2nd operation gestalt, and stage equipment.

[Drawing 5] It is the perspective view showing the outline configuration of the surface plate concerning the 3rd operation gestalt, and stage equipment.

[Drawing 6] It is the outline block diagram showing the aligner of this invention.

[Drawing 7] It is the outline block diagram showing the liquid feeder style near the point and liquid recovery device of projection optics.

[Drawing 8] It is the top view showing physical relationship with the projection field of projection optics, a liquid feeder style, and a liquid recovery device.

[Drawing 9] It is drawing showing another gestalt of a stripping section prepared in the substrate surface plate.

[Drawing 10] It is drawing showing another gestalt of a stripping section prepared in the substrate surface plate.

[Drawing 11] It is the perspective view showing another gestalt of X guide stage.

[Drawing 12] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of a semiconductor device.

[Description of Notations]

[0082]

EX Aligner

M Mask (reticle)

P Substrate (sensitization substrate)

PL Projection optics  
PST Substrate stage (a body, movable object)  
ST Stage equipment  
1 Liquid  
2 Optical Element (Point)  
9 Vibrationproofing Unit (Scavenging Unit)  
41 Substrate Surface Plate (Surface Plate)  
41A Top face (support front face)  
44 X Guide Stage (Stage Construct)  
44A Inclined plane (the 2nd ramp)  
44B Drain port (through tube)  
71 Recovery System  
72 Gutter-shaped Member (Stripping Section)  
72A Base (ramp)  
75 Spraying Opening (2nd Scavenging Unit)  
81 Slot (Stripping Section)

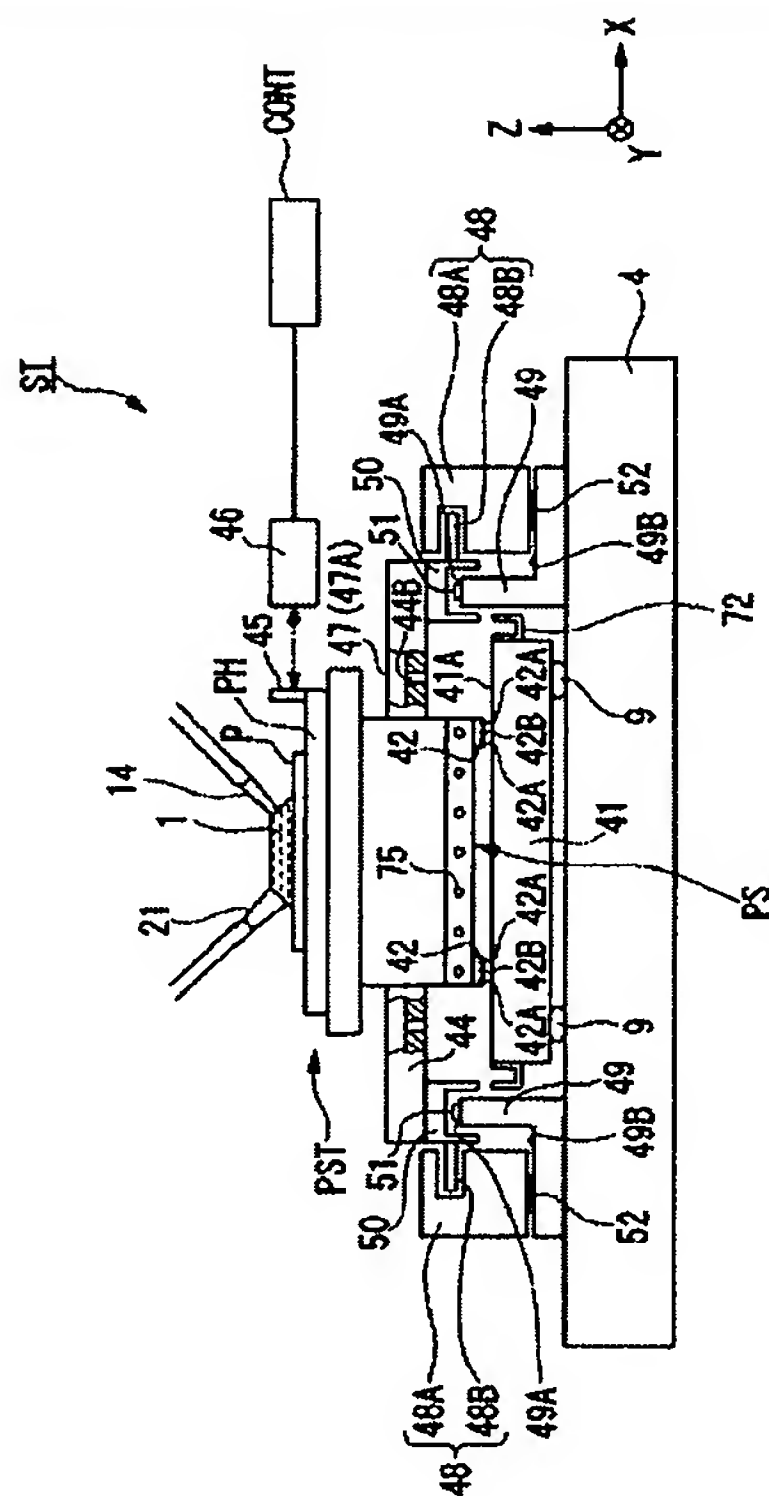
---

[Translation done.]

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

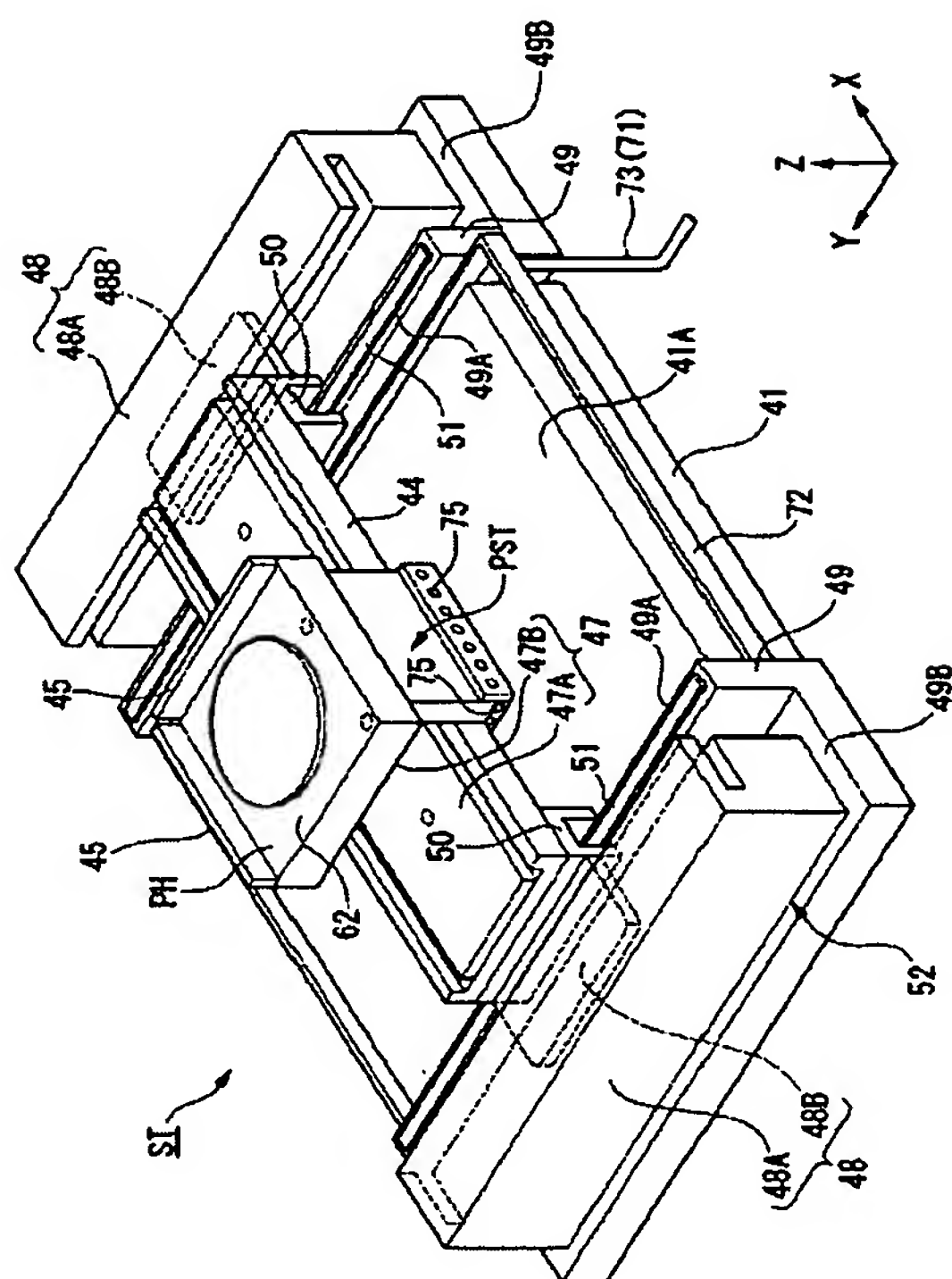
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

[Drawing 1]

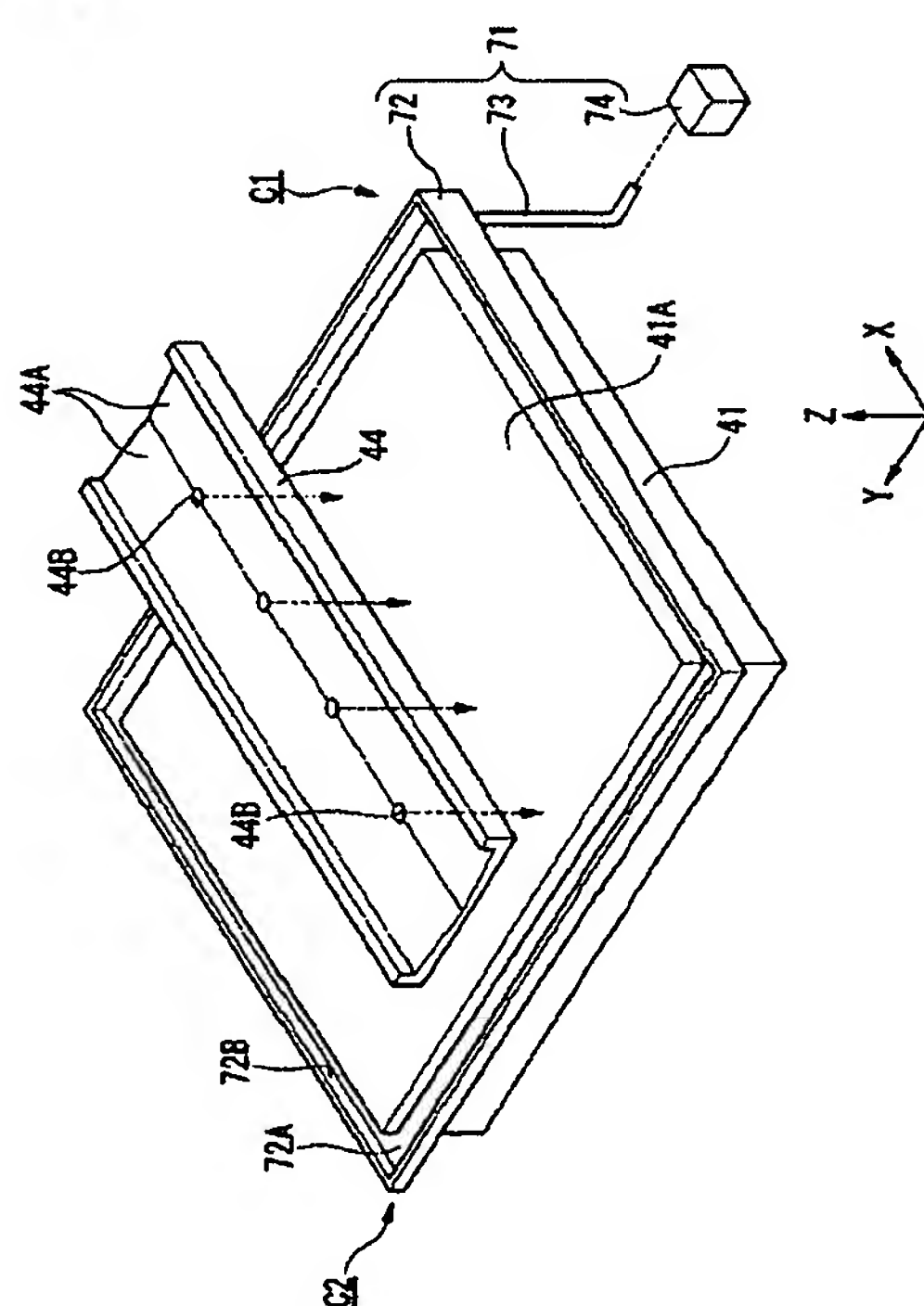


[Drawing 2]

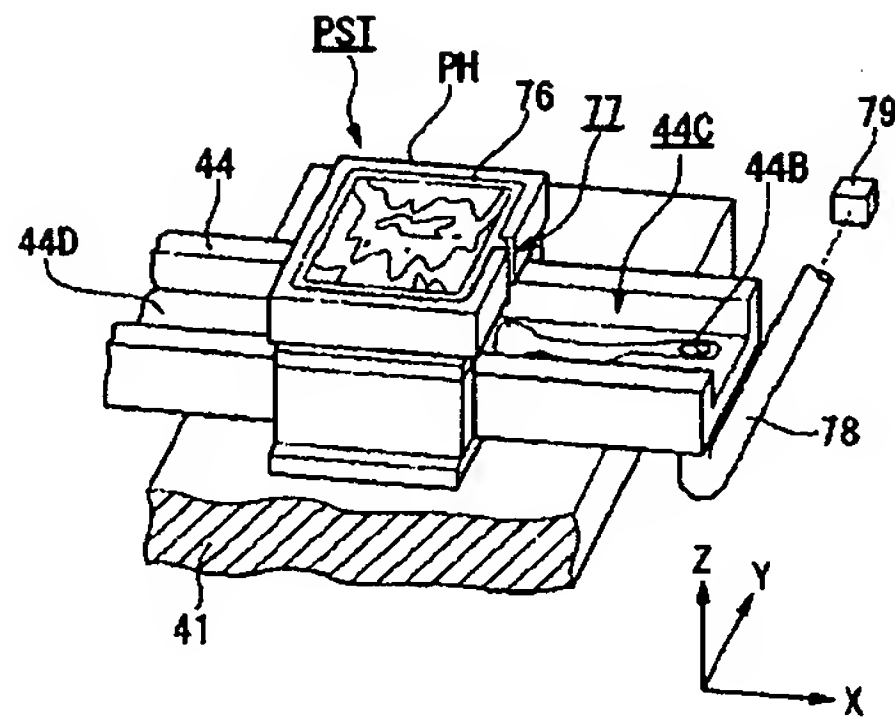




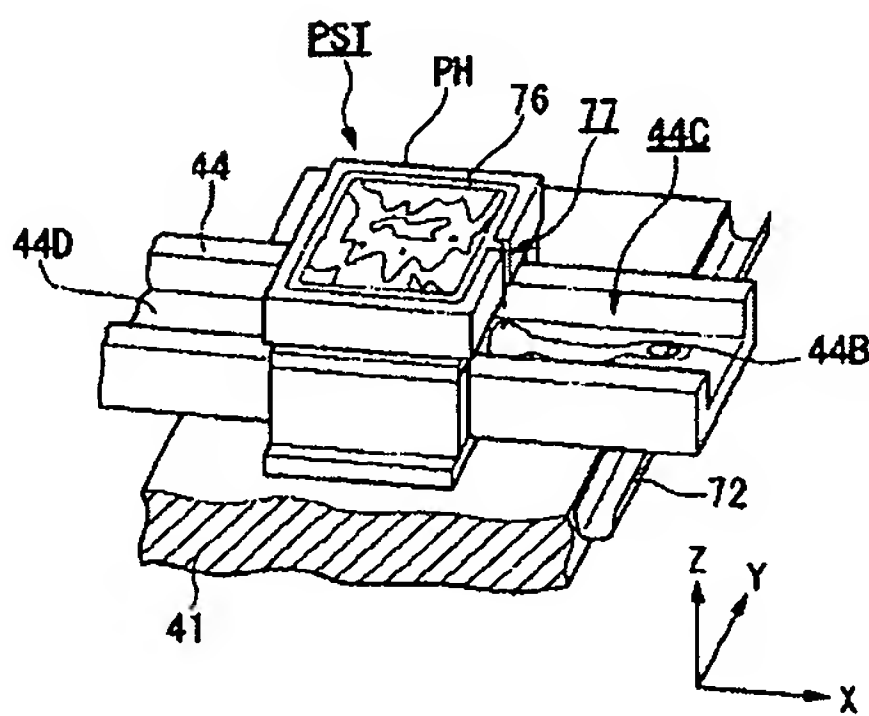
[Drawing 3]



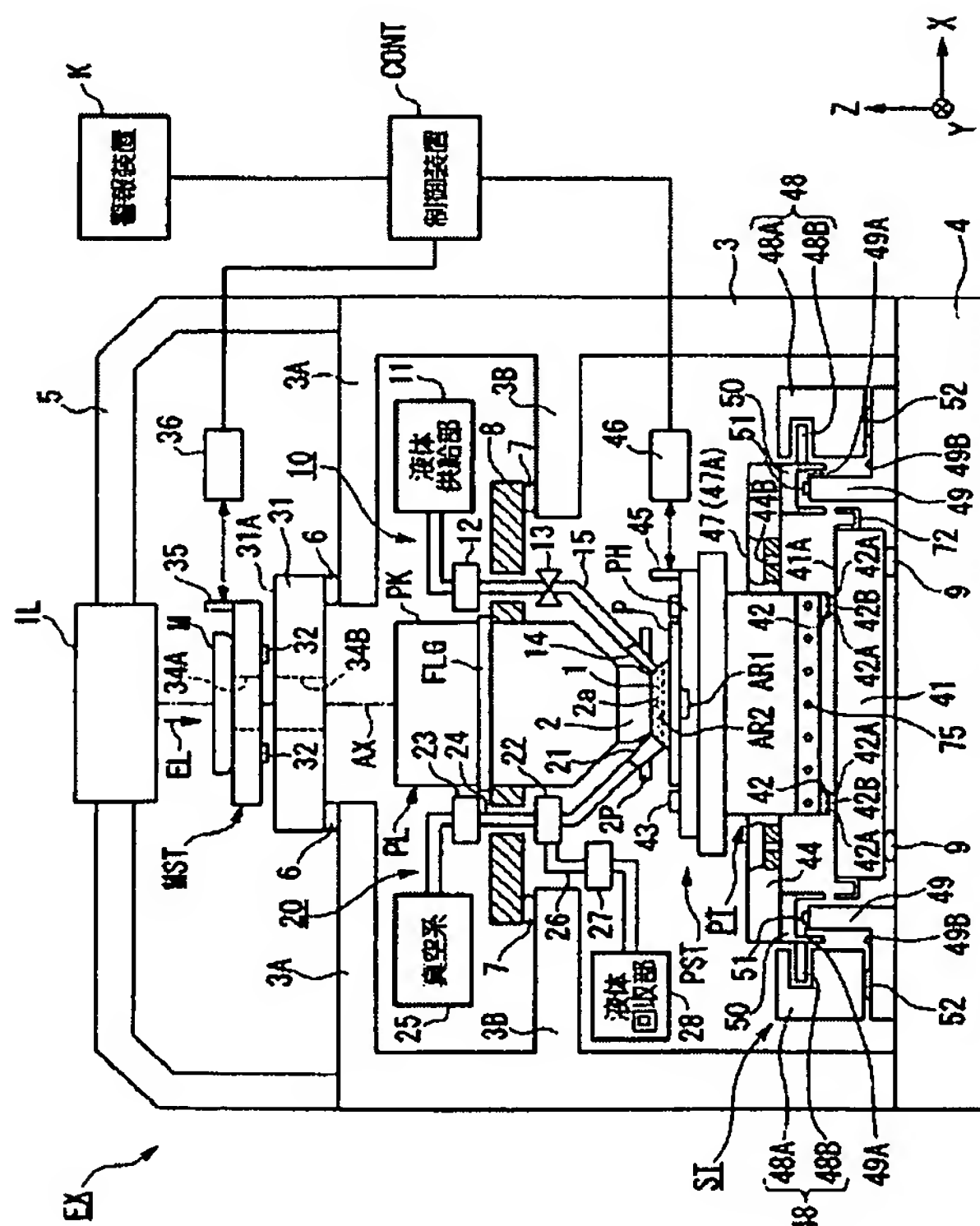
[Drawing 4]



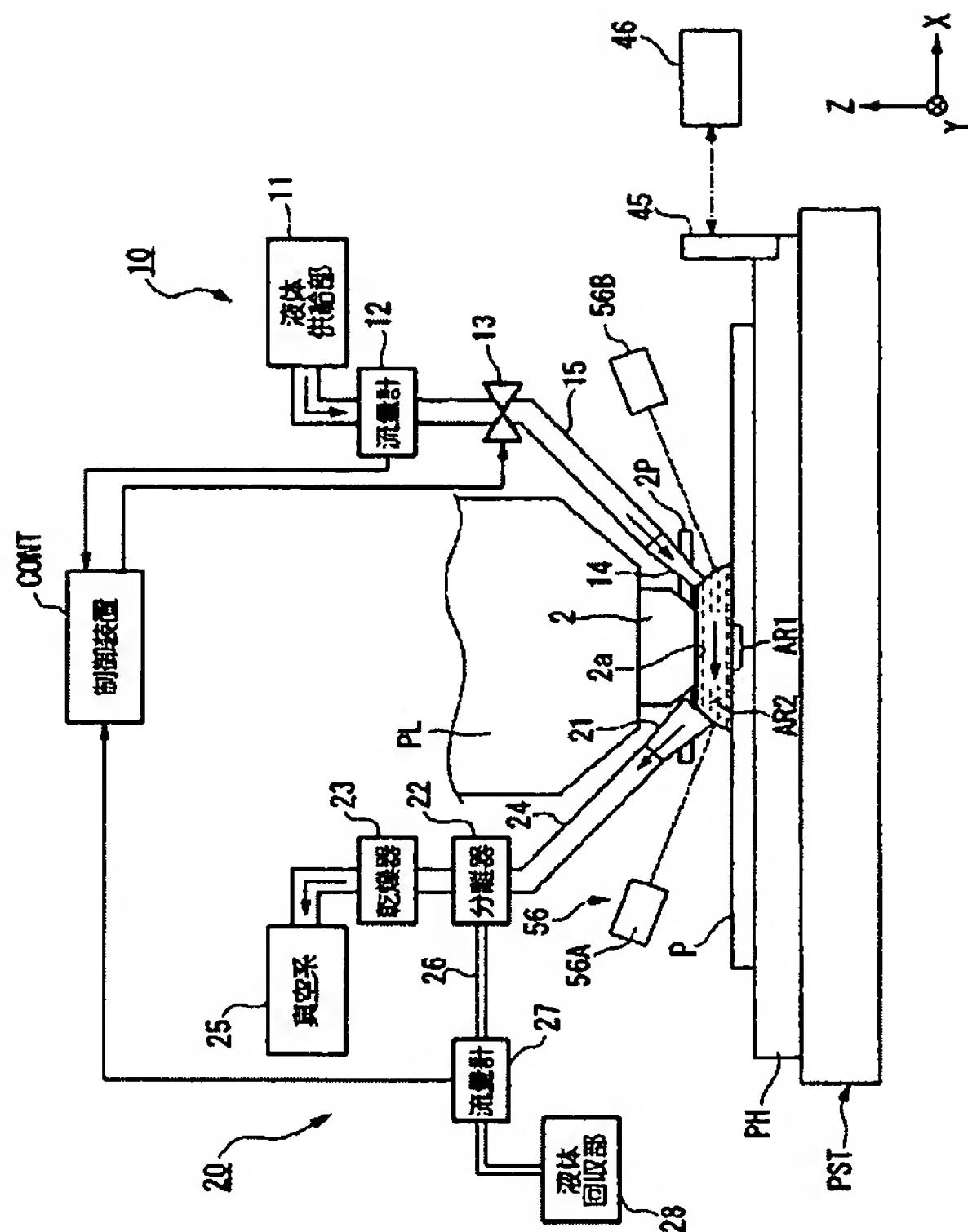
[Drawing 5]



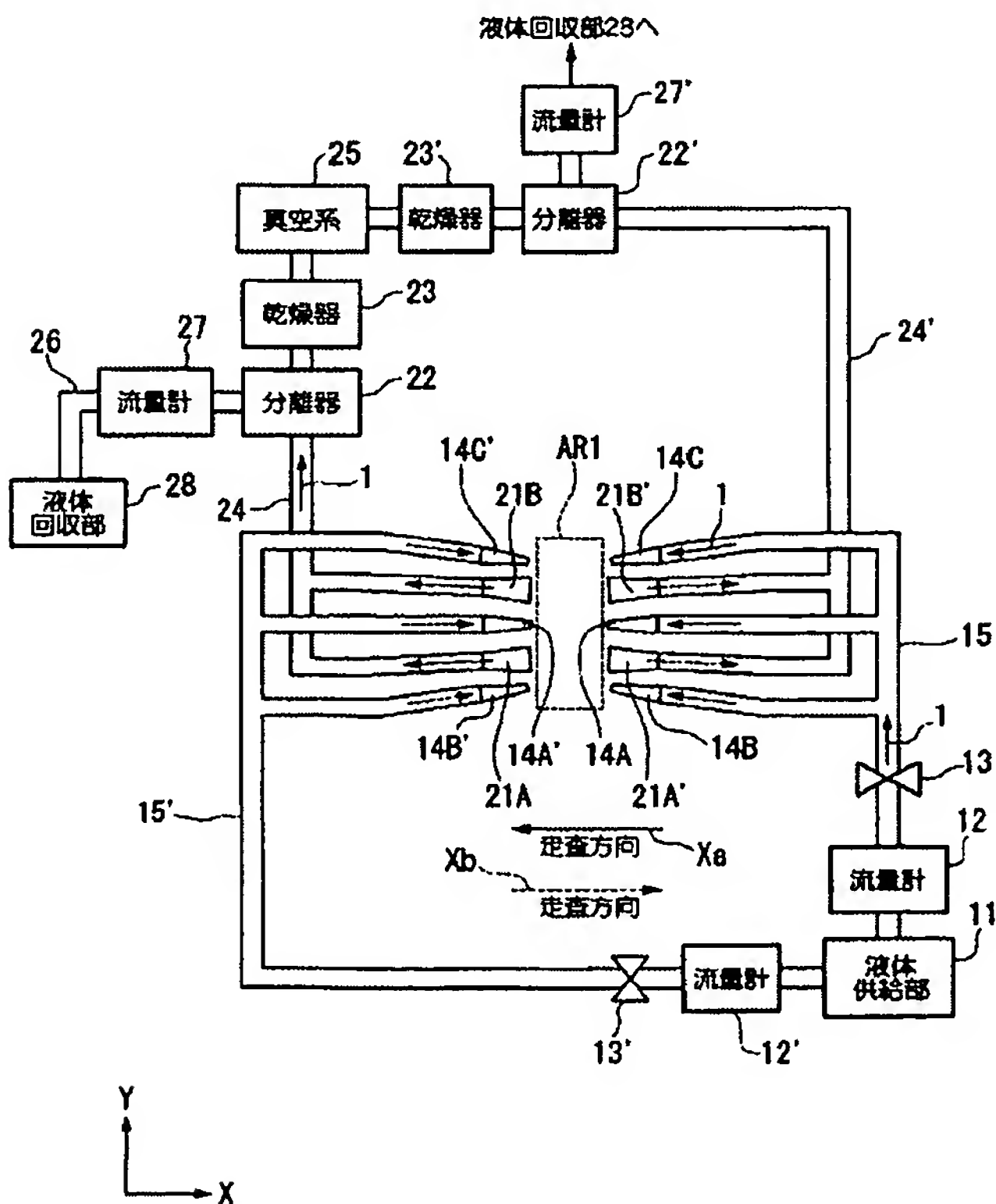
[Drawing 6]



[Drawing 7]

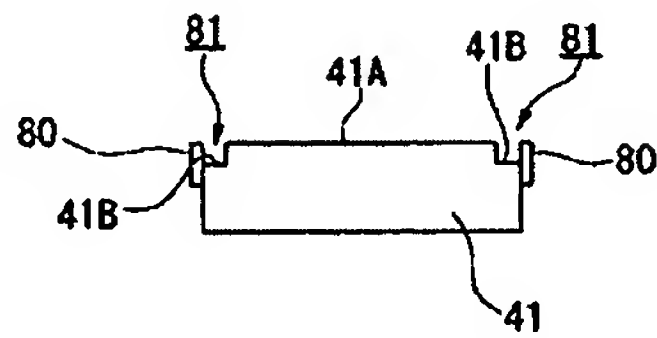


[Drawing 8]

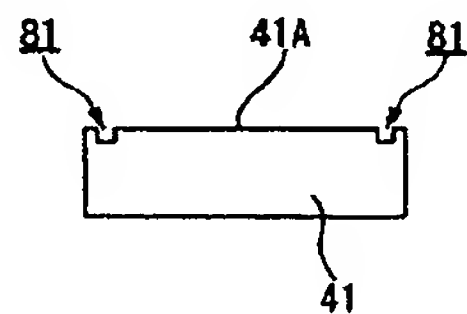




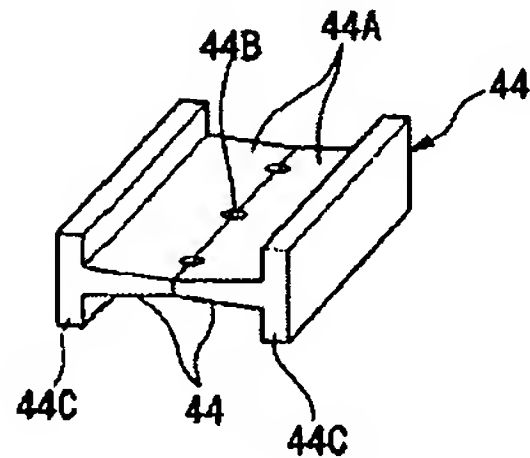
[Drawing 9]



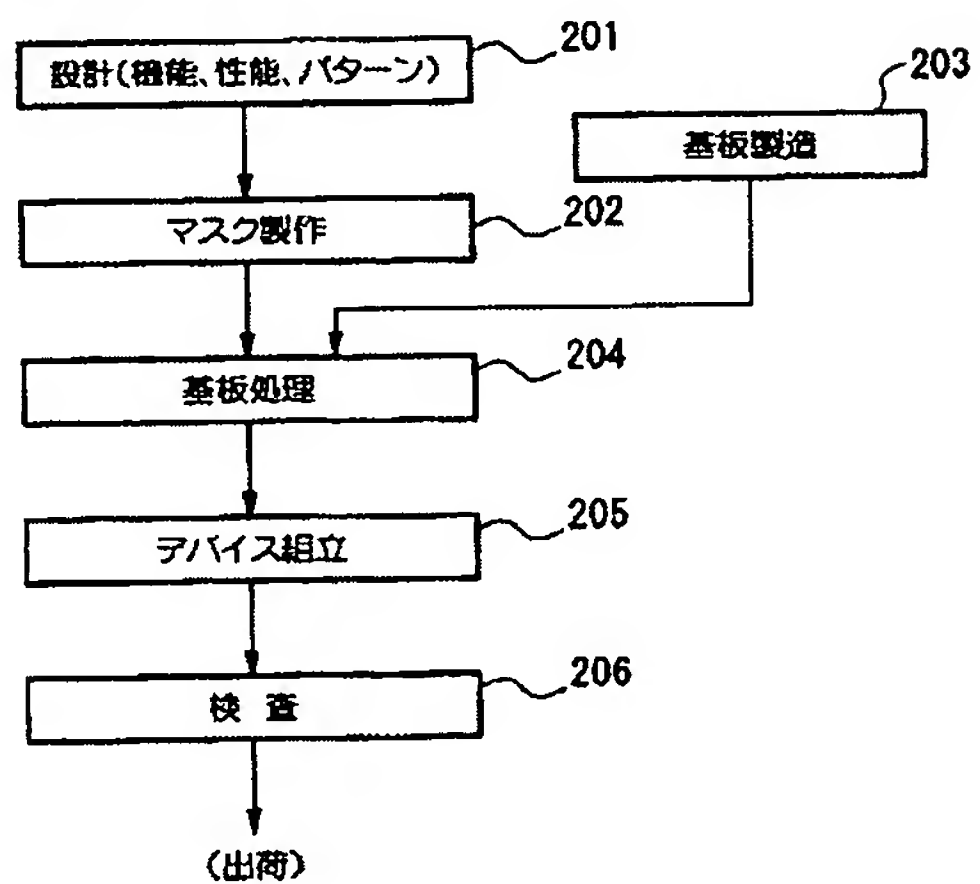
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-159322

(P2005-159322A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/027

F I

H01L 21/30 515G

H01L 21/30 515D

H01L 21/30 514C

テーマコード(参考)

5F046

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2004-309324 (P2004-309324)  
(22) 出願日 平成16年10月25日(2004.10.25)  
(31) 優先権主張番号 特願2003-373084 (P2003-373084)  
(32) 優先日 平成15年10月31日(2003.10.31)  
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
(74) 代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武  
(74) 代理人 100108578  
弁理士 高橋 韶男  
(74) 代理人 100101465  
弁理士 青山 正和  
(74) 代理人 100107836  
弁理士 西 和哉  
(72) 発明者 荒井 大  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内  
Fターム(参考) 5F046 BA05 CC01 CC20 DA07 DA27

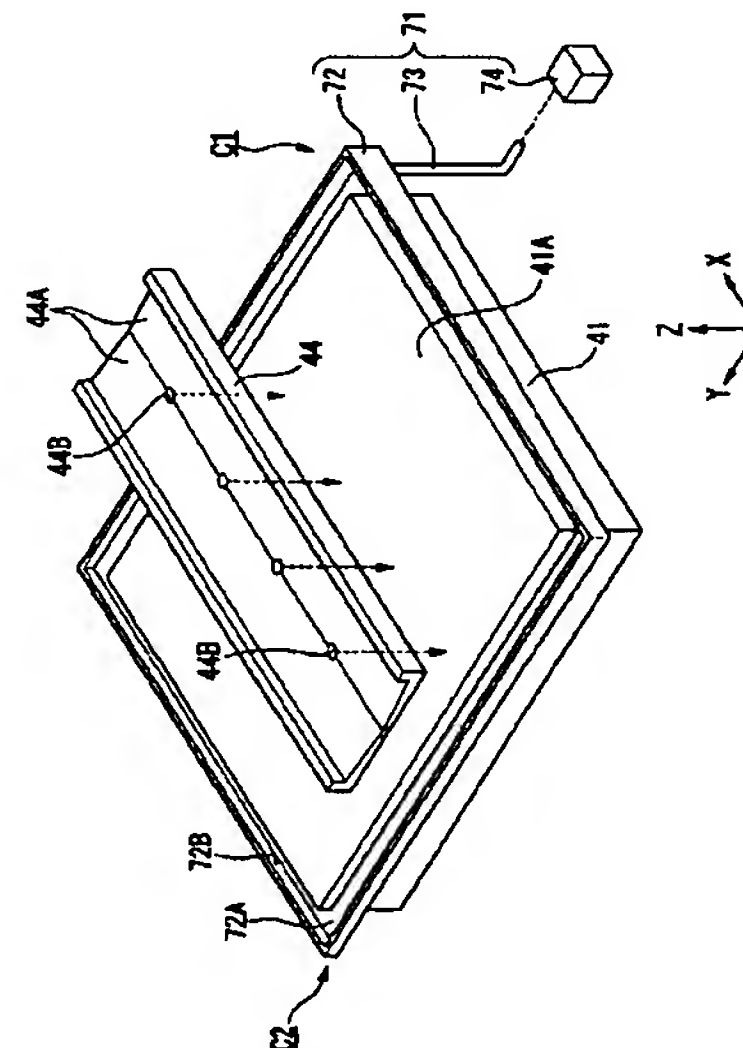
(54) 【発明の名称】 定盤、ステージ装置及び露光装置並びに露光方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】液浸露光装置のステージ及びステージを支える定盤において液浸液の漏洩や浸入による影響を抑え、良好な露光処理を可能とする。

【解決手段】物体を支持する定盤41を撥液性にするとともに、定盤41から液体を回収する回収装置71を設ける。定盤41の支持表面41Aにはステージ構成体としてXガイドステージ44が載置され、Xガイドステージ44には傾斜面が形成されて液浸液が定盤に漏洩した場合に、これを回収するためのドレイン口を有する。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体を支持する支持表面を有した定盤であって、  
前記定盤を撥液性にするとともに、前記定盤から液体を回収する回収装置が設けられたことを特徴とする定盤。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の定盤において、  
前記回収装置は、前記液体を前記支持表面よりも下方に流出させる傾斜部を備えていることを特徴とする定盤。

## 【請求項 3】

表面に液体が供給される基板を保持する可動体と、該可動体を移動自在に支持する定盤とを有するステージ装置であって、  
前記液体が前記定盤に流出した際に、該流出した前記液体を回収する回収装置が設けられていることを特徴とするステージ装置。

10

## 【請求項 4】

請求項 3 記載のステージ装置において、  
前記回収装置は、前記定盤の外周に沿って設けられた回収部を有することを特徴とするステージ装置。

## 【請求項 5】

請求項 4 記載のステージ装置において、  
前記回収部は、前記基板の表面よりも下方に前記液体を流出させる傾斜部を備えていることを特徴とするステージ装置。

20

## 【請求項 6】

請求項 4 または 5 記載のステージ装置において、  
前記回収部が撥液性を有することを特徴とするステージ装置。

## 【請求項 7】

請求項 3 から 6 のいずれかに記載のステージ装置において、  
前記定盤が撥液性を有することを特徴とするステージ装置。

## 【請求項 8】

請求項 3 から 7 のいずれかに記載のステージ装置において、  
前記定盤の上方に設けられたステージ構成体は、前記液体を前記基板の表面よりも下方に流出させる第 2 傾斜部を有することを特徴とするステージ装置。

30

## 【請求項 9】

請求項 8 記載のステージ装置において、  
前記第 2 傾斜部の下端部には前記ステージ構成体を貫通する貫通孔が形成されていることを特徴とするステージ装置。

## 【請求項 10】

請求項 8 または 9 記載のステージ装置において、  
前記ステージ構成体が撥液性を有することを特徴とするステージ装置。

## 【請求項 11】

請求項 3 から 10 のいずれかに記載のステージ装置において、  
前記定盤を傾けて前記定盤の表面に残留する前記液体を排除する排除装置を有することを特徴とするステージ装置。

40

## 【請求項 12】

請求項 3 から 11 のいずれかに記載のステージ装置において、  
前記定盤の表面に流体を吹き付けて、残留する前記液体を排除する第 2 排除装置を有することを特徴とするステージ装置。

## 【請求項 13】

マスクのパターンを基板ステージに保持された感光基板に投影光学系を介して露光する露光装置であって、

50



前記基板ステージとして、請求項 3 から 1 2 のいずれか一項に記載のステージ装置が用いられ、

前記パターンの像は、前記投影光学系の先端部と前記感光基板との間に満たされた前記液体を介して前記感光基板上に投影されることを特徴とする露光装置。

【請求項 1 4】

定盤に移動可能に支持された基板ステージ上の基板にマスクのパターンを投影光学系により露光する露光方法において、

前記投影光学系の先端部と前記基板との間に液体を満たすステップと、

前記液体が前記定盤に流出した際に、該流出した液体を回収するステップと、  
を含んだことを特徴とする露光方法。

10

【請求項 1 5】

前記基板上の液体を回収するステップを含むことを特徴とする請求項 1 4 記載の露光方法。

【請求項 1 6】

前記液体に関する異常を検出するステップを含むことを特徴とする請求項 1 4 記載の露光方法。

【請求項 1 7】

前記液体に関する異常を検出した際に、前記異常に関する表示を行うステップを含むことを特徴とする請求項 1 6 記載の露光方法。

【請求項 1 8】

物体を支持する支持表面を有した定盤であって、

前記定盤を撥液性にするとともに、前記定盤に溝部を設けたことを特徴とする定盤。

20

【請求項 1 9】

前記回収装置は、前記定盤に形成された溝部を有することを特徴とする請求項 3 に記載のステージ装置。

【請求項 2 0】

パターンを基板に露光する露光装置であって、

表面を有した定盤と、

前記基板を保持して、前記定盤上を移動可能な基板ステージと、

供給ノズルを有し、前記基板に液体を供給する液体供給装置と、

回収ノズルを有し、前記基板上の前記液体を回収する第 1 回収装置と、

前記液体が前記定盤に流出した際に、該液体を回収する第 2 回収装置とを備えたことを特徴とする露光装置。

30

【請求項 2 1】

前記第 2 回収装置は、前記定盤に形成された溝部を有することを特徴とする請求項 2 0 に記載の露光装置。

【請求項 2 2】

前記第 2 回収装置は、前記定盤の外周に沿って設けられた回収部を有することを特徴とする請求項 2 0 に記載の露光装置。

【請求項 2 3】

前記第 1 回収装置と前記第 2 回収装置との少なくとも一方と協働して、前記液体に関する異常を検出する検出装置を設けたことを特徴とする請求項 2 0 記載の露光装置。

40

【請求項 2 4】

前記検出装置の検出結果を表示する表示装置を備えたことを特徴とする請求項 2 3 記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、定盤、ステージ装置及び露光装置並びに露光方法に関し、特に、ステージ上の基板に対して、投影光学系と液体とを介して露光する際に用いて好適な定盤、ステージ

50

装置及び露光装置並びに露光方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、所謂フォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用する露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短いほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用する露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長はKrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、λは露光波長、NAは投影光学系の開口数、k<sub>1</sub>、k<sub>2</sub>はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長λを短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度δが狭くなることが分かる。

【0003】

焦点深度δが狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足するおそれがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば下記特許文献1に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たして液浸領域を形成し、液体中での露光光の波長が空気中の1/n(nは液体の屈折率で通常1.2~1.6程度)になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約n倍に拡大するというものである。

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述したような従来技術には、以下のような問題が存在する。

上記の露光装置では、投影光学系とウエハとの間に液体が満たされた状態で露光が行われるため、ステージが可動した際に何らかのエラーが生じて制御外(想定外)の動作がなされると液体が周囲に飛散する虞がある。

例えば、特許文献1に記載された露光装置では、液体供給機構により投影光学系とウエハとの間へ液体を供給し、供給された液体を真空吸引等を用いた液体回収機構により回収しているが、液体供給機構が作動している状態で液体回収機構の作動が停止すると、ウエハ上の液体が増加して周囲に飛散することが考えられる。

そのため、液浸露光装置においては、飛散した液体により装置・部材の故障、漏電あるいは錆び等といった不都合を引き起こす可能性がある。また、この場合、露光処理を良好に行うことができなくなるという問題が生じる。

【0005】

本発明は、以上のような点を考慮してなされたもので、露光用の液体の漏洩や浸入による影響を抑え、良好な露光処理を可能とする定盤、ステージ装置及び露光装置並びに露光方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するために本発明は、以下の構成を採用している。

本発明の定盤は、物体（P S T）を支持する支持表面（4 1 A）を有した定盤（4 1）であって、定盤（4 1）を撥液性にするとともに、定盤（4 1）から液体（1）を回収する回収装置（7 1）が設けられたことを特徴とするものである。

【0007】

従って、本発明の定盤では、液体（1）が定盤（4 1）に飛散・流出した場合でも、この液体を回収装置（7 1）により回収できるため、装置・部材の故障、漏電あるいは錆び等といった不都合を引き起こすことを防止する、あるいはそのような不都合の影響を低減することができる。また、本発明では、定盤（4 1）が撥液性を有しているため、飛散・流出した液体は支持表面（4 1 A）で濡れ拡がらず、容易に移動させることが可能になり、回収作業を容易化できる。

10

【0008】

また、本発明のステージ装置は、表面に液体が供給される基板（P）を保持する可動体（P S T）と、可動体（P S T）を移動自在に支持する定盤（4 1）とを有するステージ装置（S T）であって、液体が定盤（4 1）に流出した際に、流出した液体を回収する回収装置（7 1）が設けられていることを特徴とするものである。

【0009】

従って、本発明のステージ装置では、可動体（P S T）の移動時等に基板（P）の表面から液体が定盤（4 1）に飛散・流出した場合でも、この液体を回収装置（7 1）により回収できるため、装置・部材の故障、漏電あるいは錆び等といった不都合を引き起こすことを防止する、あるいはそのような不都合の影響を低減することができる。

20

【0010】

そして、本発明の露光装置は、マスク（M）のパターンを基板ステージ（P S T）に保持された感光基板（P）に投影光学系（P L）を介して露光する露光装置（E X）であって、基板ステージとして、請求項3から12のいずれか一項に記載のステージ装置（S T）が用いられ、パターンの像は、投影光学系（P L）の先端部（2）と感光基板（P）との間に満たされた液体を介して感光基板（P）上に投影されることを特徴とするものである。

【0011】

また、本発明の露光方法は、定盤（4 1）に移動可能に支持された基板ステージ（P S T）上の基板（P）にマスク（M）のパターンを投影光学系（P L）により露光する露光方法において、投影光学系（P L）の先端部（2）と基板（P）との間に液体（1）を満たすステップと、液体が定盤（4 1）に流出した際に、流出した液体を回収するステップと、を含んだことを特徴としている。

30

【0012】

従って、本発明の露光装置及び露光方法では、投影光学系（P L）の先端部（2）と感光基板（P）との間に満たされた液体（1）が定盤（4 1）に飛散・流出した場合でも、この液体を回収装置（7 1）により回収できるため、装置・部材の故障、漏電あるいは錆び等といった不都合を引き起こすことを防止する、あるいはそのような不都合の影響を低減することができる。

【発明の効果】

40

【0013】

以上のように、本発明では、飛散・流出した液体により装置・部材の故障、漏電あるいは錆び等といった不都合を引き起こすことを未然に防ぐことができ、安定した露光処理を実施することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の定盤、ステージ装置及び露光装置並びに露光方法の実施の形態を、図1ないし図12を参照して説明する。

（第1実施形態）

第1実施形態では、本発明に係る定盤及びこの定盤を備えたステージ装置について説明

50



する。

図 1 は、本発明のステージ装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【0015】

図 1 に示すステージ装置 S T は、ベースプレート 4 上に防振ユニット（排除装置） 9 を介して 3 点あるいは 4 点で支持された基板定盤（定盤） 4 1 と、基板 P を支持して基板定盤 4 1 の上面（支持表面） 4 1 A を移動する物体（可動体）としての基板ステージ P S T と、基板ステージ P S T を X 軸方向（図 1 中、左右方向）に駆動する X リニアモータ 4 7 と、基板ステージ P S T を Y 軸方向（図 1 中、紙面と直交する方向）に駆動する Y リニアモータ 4 8 とを主体に構成されている。防振ユニット 9 は、内圧が制御可能なエアマウント及びボイスコイルモータ等のアクチュエータを備え、アクチュエータの駆動により基板定盤 4 1 を上面 4 1 A と直交する方向に駆動する構成となっている。

10

【0016】

基板ステージ P S T は、基板 P を吸着保持するテーブル部 P H と、テーブル部 P H を伴って移動可能に設けられたステージ部 P S とから構成されており、ステージ部 P S の下面には複数の非接触ベアリングである気体軸受（エアベアリング） 4 2 が設けられている。エアベアリング 4 2 は、基板定盤 4 1 の上面（ガイド面） 4 1 A に対して気体（エア）を吹き出す吹出口 4 2 B と、基板ステージ P S T 下面（軸受面）とガイド面 4 1 A との間の気体を吸引する吸気口 4 2 A とを備えており、吹出口 4 2 B からの気体の吹き出しによる反発力と吸気口 4 2 A による吸引力との釣り合いにより、基板ステージ P S T（ステージ部 P S）下面とガイド面 4 1 A との間に一定の隙間を保持する。つまり、基板ステージ P S T はエアベアリング 4 2 により基板定盤 4 1 の上面（ガイド面） 4 1 A に対して非接触支持されており、リニアモータ等の基板ステージ駆動機構により、上面 4 1 A と平行な平面内、すなわち X Y 平面内で 2 次元移動可能及び上面 4 1 A と直交する Z 軸と平行な軸周方向の  $\theta$  Z 方向に微小回転可能である。更に、テーブル部 P H は、Z 軸方向、 $\theta$  X 方向（X 軸と平行な軸周方向）、及び  $\theta$  Y 方向（X 軸と平行な軸周方向）にも移動可能に設けられている。基板ステージ駆動機構は制御装置 C O N T により制御される。すなわち、テーブル部 P H は、基板 P の Z 位置及び傾斜角を制御して基板 P の表面を所定の面位置に合わせ込むとともに、基板 P の X 軸方向及び Y 軸方向における位置決めを行う。

20

【0017】

また、ステージ部 P S の底部近傍には、エアを吹き付ける吹付口（第 2 排除装置） 7 5 が設けられている。吹付口 7 5 は、基板定盤 4 1 の上面 4 1 A に残留する液体を排除するためのエアを、この上面 4 1 A に向けて斜め下方に吹き付けるものであって、ステージ部 P S の周囲の四面にそれぞれ複数形成され（図 2 参照；ただし図 2 ではステージ部 P S の + X 側及び + Y 側に形成された吹付口は図示されず）、不図示のエア供給源に接続されている。

30

【0018】

基板ステージ P S T（テーブル部 P H の表面 6 2）上には移動鏡 4 5 が設けられている。また、移動鏡 4 5 に対向する位置にはレーザ干渉計 4 6 が設けられている。基板ステージ P S T 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 4 6 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 4 6 の計測結果に基づいてリニアモータを含む基板ステージ駆動機構を駆動することで基板ステージ P S T に支持されている基板 P の位置決めを行う。なお、移動鏡 4 5 は基板ステージ P S T の側面に設けて、テーブル部 P H をフルフラットにしてもよい。

40

また、基板ステージ P S T（テーブル部 P H）上には、基板 P 上に液体 1 供給する供給ノズル 1 4 と、基板 P 上の液体 1 を回収するものであって、基板 P の表面に近接して配置された回収ノズル 2 1 とが設けられている。

【0019】

図 2 は、基板ステージ P S T 及びこの基板ステージ P S T を駆動する基板ステージ駆動機構を示す概略斜視図である。図 2 において、基板ステージ P S T（ステージ部 P S）は、X ガイドステージ 4 4 により X 軸方向に移動自在に支持されている。基板ステージ P S

50

Tは、Xガイドステージ44に案内されつつXリニアモータ47によりX軸方向に所定ストロークで移動可能である。Xリニアモータ47は、Xガイドステージ44にX軸方向に延びるように設けられた固定子47Aと、この固定子47Aに対応して設けられ基板ステージPSTに固定された可動子47Bとを備えている。そして、可動子47Bが固定子47Aに対して駆動することで基板ステージPSTがX軸方向に移動する。ここで、基板ステージPSTは、Xガイドステージ44に対してZ軸方向に所定量のギャップを維持する磁石及びアクチュエータからなる磁気ガイドにより非接触で支持されている。基板ステージPSTはXガイドステージ44に非接触支持された状態でXリニアモータ47によりX軸方向に移動する。また、図示しないものの、Xガイドステージ44にはエンコーダスケールが設けられ、基板ステージPSTにはエンコーダスケールを計測することでXガイドステージ44と基板ステージPSTとの相対位置関係を計測するエンコーダ（エンコーダヘッド）が設けられている。

10

#### 【0020】

図3は、図2に示したステージ装置STの中、Xガイドステージ44及び基板定盤41のみを示した図である。

この図に示すように、基板定盤41の上方に設けられたステージ構成体であるXガイドステージ44は、上方に向けて開口する断面略凹字状に形成されており、その上面には幅方向の略中央部に向かうに従って漸次下方に傾斜する傾斜面（第2傾斜部）44Aが形成されている。そして、傾斜面44Aの下端部（最も低い箇所）には、Xガイドステージ44の長さ方向に間隔をあけて複数のドレイン口（貫通孔）44Bが形成されている。これらドレイン口44Bは、基板定盤41の上面41Aの上方に位置するように、すなわち液体がドレイン口44Bから流出した場合でも、液体が上面41Aに垂れる位置に形成されている。

20

なお、Xリニアモータ47の固定子47Aは、Xガイドステージ44の凹部内に不図示のスペーサを用いて隙間をあけて設置されるため、液体が傾斜面44Aに沿って流れ落ちることを阻害しない。

#### 【0021】

また、本ステージ装置STには、液体が基板定盤41に流出した際に、この液体を回収するための回収装置71が設けられている。回収装置71は、基板定盤41の外周に沿って設けられた樋状部材（回収部）72と、樋状部材72に接続された廃液管73と、樋状部材72に流入した液体を廃液管73を介して吸引する吸引装置74とから構成されている。

30

#### 【0022】

樋状部材72は、上方に向けて開口する断面略凹字状に形成されており（図1参照）、凹部内の底面72A及び側面72Bにはフッ素やフッ素化合物による撥液性コーティング（撥液処理）が施されている。また、樋状部材72の底面72Aは、定盤41の上面41Aよりも低い位置に設けられ、廃液管73が接続されたコーナ一部C1（+X、-Y側の角部）を最も低い箇所とし、このコーナ一部C1と対角のコーナ一部C2を最も高い箇所としてX軸方向及びY軸方向の双方で傾斜する傾斜部となっている。

また、基板定盤41の上面41Aにおいても、樋状部材72と同様に、フッ素やフッ素化合物による撥液性コーティングが施され、撥液性を有する構成となっている。

40

なお、基板定盤41への撥液性コーティングは、上面41Aだけではなく、基板定盤41の全体に施してもよい。

#### 【0023】

一方、Xガイドステージ44の長手方向両端には、このXガイドステージ44を基板ステージPSTとともにY軸方向に移動可能な一对のYリニアモータ48、48が設けられている。Yリニアモータ48のそれぞれは、Xガイドステージ44の長手方向両端に設けられた可動子48Bと、この可動子48Bに対応して設けられた固定子48Aとを備えている。そして、可動子48Bが固定子48Aに対して駆動することでXガイドステージ44が基板ステージPSTとともにY軸方向に移動する。また、Yリニアモータ48、48

50

のそれぞれの駆動を調整することでXガイドステージ44は $\theta$ Z方向にも回転移動可能となっている。したがって、このYリニアモータ48、48により基板ステージPSTがXガイドステージ44とほぼ一体的にY軸方向及び $\theta$ Z方向に移動可能となっている。

【0024】

基板定盤41のX軸方向両側のそれぞれには、正面視L字状に形成され、Xガイドステージ44のY軸方向への移動を案内するガイド部49が設けられている。ガイド部49はベースプレート4上に支持されている。本実施形態において、ガイド部49の平坦部49B上に、Yリニアモータ48の固定子48Aが設けられている。一方、Xガイドステージ44の下面の長手方向両端部のそれぞれには凹形状の被ガイド部材50が設けられている。ガイド部49は被ガイド部材50と係合し、ガイド部49の上面(ガイド面)49Aと被ガイド部材50の内面とが対向するように設けられている。ガイド部49のガイド面49Aには非接触ベアリングである気体軸受(エアベアリング)51が設けられており、Xガイドステージ44はガイド面49Aに対して非接触で支持されている。

10

【0025】

また、Yリニアモータ48の固定子48Aとガイド部49の平坦部49Bとの間には非接触ベアリングである気体軸受(エアベアリング)52が介在されており、固定子48Aはエアベアリング52によりガイド部49の平坦部49Bに対して非接触で支持される。このため、運動量保存の法則によりXガイドステージ44及び基板ステージPSTの+Y方向(または-Y方向)の移動に応じて固定子48Aが-Y方向(または+Y方向)に移動する。この固定子48Aの移動によりXガイドステージ44及び基板ステージPSTの移動に伴う反力が相殺されるとともに重心位置の変化を防ぐことができる。すなわち、固定子48Aは所謂カウンタマスとしての機能を有している。

20

【0026】

上記の構成のステージ装置STにおいては、供給ノズル14からの液体1の供給量と回収ノズル21による液体1の回収量を制御することで、基板Pの表面に一定量の液体1を保持した状態で、基板ステージ駆動機構により基板ステージPSTを定盤41に沿って移動させることができる。

ここで、回収ノズル21による液体回収にトラブルが生じる等の理由により、基板上から液体が飛散したり流出した場合、その一部はXガイドステージ44へ垂れ落ち、また別の一部は基板定盤41の上面41Aへ垂れ落ちる。

30

【0027】

Xガイドステージ44へ流出した液体は、凹部内に留まることなく傾斜面44Aに沿って流れ、傾斜面44Aの下端部においてドレイン口44Bから基板定盤41の上面41Aへ垂れ落ちる(図3参照)。

ここで、基板ステージPSTが動作している場合には、基板ステージPST(ステージ部PS)の底部に設けられた吹付口75から上面41Aに向けてエアが吹き付けられており、また定盤41の上面41Aが撥液性を有しているため、上面41Aに流出した液体は液滴状で飛ばされて樋状部材72に集められる。そして、樋状部材72においても撥液処理が施され、また底面72Aが傾斜していることから、液体は液滴状態で底面72Aの沿って上面41Aよりも下方(すなわち基板Pの表面よりも下方)に流れ(転がり)、吸引装置74による吸引によって廃液管73から排出・回収される。

40

【0028】

一方、エラーが生じたため基板ステージPSTの動作が停止した場合、吹付口75からのエアが届かない位置にある液体が基板定盤41上に留まる可能性があるが、この場合、防振ユニット9のアクチュエータ(例えばリニアモータやボイスコイルモータなど)を駆動して基板定盤41の上面41Aを水平面に対して傾ける。これにより、液滴状の液体は、上面41Aを転がって樋状部材72に流れ込む。このとき、いずれの方向に傾けても樋状部材72の底面72Aが傾斜しているため、廃液管73を介して液体を回収できるが、廃液管73が接続されたコーナ一部C1が最も低くなるように定盤41を傾けることで、液滴状の液体がコーナ一部C1近傍で樋状部材72に流れ込むため、定盤41上の液体を

50



廃液管 7 3 を介して排出するまでの時間を短くすることが可能となり好適である。

【0029】

以上のように、本実施の形態では、基板 P 上に供給された液体が何らかの理由で基板定盤 4 1 に飛散・流出した場合でも、この液体を回収装置 7 1 により回収できるため、飛散・流出した液体により装置・部材の故障、漏電あるいは錆び等といった不都合を引き起こすことを未然に防ぐことができる。また、本実施の形態では、回収装置 7 1 における樋状部材 7 2 の底部 7 2 A が撥液性を有し、また液体を定盤上面 4 1 A よりも下方に流出させる傾斜面となっているので、樋状部材 7 2 に液体を留まらせることなく円滑に排出・回収することが可能である。加えて、本実施の形態では、基板定盤 4 1 の上面 4 1 A に撥液性を持たせているので、液体が付着しづらくなり、容易に樋状部材 7 2 に流れ落とすことができる。しかも、本実施の形態では、定盤上面 4 1 A に対して吹付口 7 5 からエアを吹き付けるので、表面に残留する液体を容易に排除することができるとともに、基板ステージ P S T の駆動中に定盤上面 4 1 A に液体が飛散した場合でも、気体軸受 4 2 と上面 4 1 A との間に液体を巻き込む可能性を減らしてギャップを維持することができ、基板ステージ P S T の安定駆動に寄与できる。また、本実施の形態では、エアの吹付でも液体が排除できない場合でも、防振ユニット 9 により基板定盤 4 1 を傾けることで、液体の排除を容易に実施できる。

10

【0030】

そして、このように本実施の形態では流出した液体を基板定盤 4 1 で回収できるため、基板 P の表面に供給した液体を基板ステージ P S T 上で敢えて回収しない構成も採用することが可能になり、この場合液体回収に伴う振動を抑制することができるとともに、基板表面の多くを液体で覆うことによって、気化熱による基板の温度低下も抑えることができる。

20

【0031】

また、本実施の形態では、X ガイドステージ 4 4 においても、飛散・流出した液体を傾斜面 4 4 A で下方に導き、ドレイン口 4 4 B から排出できるので、液体が X ガイドステージ 4 4 に留まって熱的に影響を与えたり、液体が水の場合のようにシミやバクテリアを生じさせることを防止できる。なお、X ガイドステージ 4 4 においても、定盤上面 4 1 A や樋状部材 7 2 の底面 7 2 A と同様に撥液性を付与して液体の移動を容易にすることが好ましい。また、基板ステージ P S T に設けられたエンコーダヘッド等は、液体に接触しない方がよいので、カバー等により覆うことが好ましい。

30

【0032】

(第 2 実施形態)

続いて、本発明の定盤及びステージ装置の第 2 の実施形態について説明する。

図 4 は、ステージ装置の中、基板ステージ P S T、基板定盤 4 1 及び X ガイドステージ 4 4 を簡略的に示した図である。

なお、図 4 においては、基板ステージ P S T 上の移動鏡及び基板、基板定盤 4 1 の樋状部材の図示を便宜上省略している。

【0033】

本実施形態では、図 4 に示すように、基板ステージ P S T におけるテーブル部 P H の上面には、端縁（外周）に沿って溝部 7 6 が形成されている。またテーブル部 P H の一側面には、X ガイドステージ 4 4 の凹部 4 4 C の上方に位置して、Z 軸方向に延び溝部 7 6 と連通する切欠部 7 7 が形成されている。

40

そして、X ガイドステージ 4 4 の凹部 4 4 C には、基板定盤 4 1 よりも X 方向外側に位置してドレイン口 4 4 B が形成されている。このドレイン口 4 4 B には、廃液管 7 8 が接続されている。そして、廃液管 7 8 には、廃液管 7 8 を介して液体を吸引する吸引装置 7 9 が接続されている。また、X ガイドステージ 4 4 においては、凹部 4 4 C 内の底部 4 4 D がドレイン口 4 4 B が最も低い箇所となるように傾斜して形成されている。

【0034】

上記の構成では、テーブル部 P H 上に供給された液体は溝部 7 6 に流れ込み、切欠部 7

50

7 を通って X ガイドステージ 4 4 の凹部 4 4 C に流出する。そして、凹部 4 4 C に流出した液体は、底部 4 4 D の傾斜に沿ってドレイン口 4 4 B に流れ込み、吸引装置 7 9 の吸引により廃液管 7 8 から排出・回収される。

このように、本実施の形態では、X ガイドステージ 4 4 の凹部 4 4 C に飛散・流出した液体が基板定盤 4 1 の上面 4 1 A に到達しないので、上面 4 1 A に残留する液体の量を減らすことができ、気体軸受と上面 4 1 A との間に液体を巻き込む可能性を一層減らすことが可能になり、基板ステージ P S T の駆動安定性をより向上させることができる。

#### 【0035】

##### (第3実施形態)

続いて、本発明の定盤及びステージ装置の第3の実施形態について説明する。

10

第3実施形態は、第2実施形態に対して、ドレイン口 4 4 B から液体を排出する構成のみが異なっている。

すなわち、本実施の形態では、X ガイドステージ 4 4 のドレイン口 4 4 B が樋状部材 7 2 の上方に位置して形成されている。そして、ドレイン口 4 4 B には廃液管等は接続されていない。

#### 【0036】

上記の構成では、X ガイドステージ 4 4 の凹部 4 4 C に流出した液体は、底部 4 4 D の傾斜に沿って流れ、ドレイン口 4 4 B から自然落下して樋状部材 7 2 によって回収される。このように、本実施の形態では、X ガイドステージ 4 4 に飛散・流出した液体を強制的に吸引しないので、吸引に伴って振動が発生することを防止できる。

20

#### 【0037】

##### (第4実施形態)

次に、上記第1実施形態で示したステージ装置 S T を備えた露光装置について図6乃至図8を参照して説明する。本実施の形態では、マスクのパターン像を感光基板に投影露光する露光装置において、感光基板を保持して移動する基板ステージに上記実施形態のステージ装置を適用する場合の例を用いて説明する。なお、本実施形態では、上記第1実施形態と同様の構成要素については同一符号を付し、その説明を省略、または簡略化する。

#### 【0038】

図6は本発明の露光装置を示す概略構成図である。

図6において、露光装置 E X は、マスク M を支持するマスクステージ M S T と、基板（感光基板）P を支持する基板ステージ P S T を有する上記図1乃至図3で示したステージ装置 S T と、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明する照明光学系 I L と、露光光 E L で照明されたマスク M のパターン像を基板ステージ P S T に支持されている基板 P に投影露光する投影光学系 P L と、露光装置 E X 全体の動作を統括制御する制御装置 C O N T とを備えている。制御装置 C O N T には、露光処理に関して異常が生じたときに警報を発する警報装置 K が接続されている。更に、露光装置 E X は、マスクステージ M S T 及び投影光学系 P L を支持するメインコラム 3 を備えている。メインコラム 3 は、床面に水平に載置されたベースプレート 4 上に設置されている。メインコラム 3 には、内側に向けて突出する上側段部 3 A 及び下側段部 3 B が形成されている。

30

#### 【0039】

本実施形態の露光装置 E X は、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板 P 上に液体 1 を供給する液体供給機構 1 0 と、基板 P 上の液体 1 を回収する液体回収機構 2 0 とを備えている。露光装置 E X は、少なくともマスク M のパターン像を基板 P 上に転写している間、液体供給機構 1 0 から供給した液体 1 により投影光学系 P L の投影領域 A R 1 を含む基板 P 上の一部に液浸領域 A R 2 を形成する。具体的には、露光装置 E X は、投影光学系 P L の先端部（終端部）の光学素子 2 と基板 P の表面との間に液体 1 を満たし、この投影光学系 P L と基板 P との間の液体 1 及び投影光学系 P L を介してマスク M のパターン像を基板 P 上に投影することによってこの基板 P を露光する。

40

#### 【0040】

50

本実施形態では、露光装置 E X としてマスク M と基板 P とを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスク M に形成されたパターンを基板 P に露光する走査型露光装置（所謂スキニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系 P L の光軸 A X と一致する方向を Z 軸方向、Z 軸方向に垂直な平面内でマスク M と基板 P との同期移動方向（走査方向）を X 軸方向、Z 軸方向及び X 軸方向に垂直な方向（非走査方向）を Y 軸方向とする。

なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上に感光性材料であるフォトレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

#### 【0041】

照明光学系 I L は、メインコラム 3 の上部に固定された支持コラム 5 により支持されている。照明光学系 I L は、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光 E L を集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、及び露光光 E L によるマスク M 上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスク M 上の所定の照明領域は照明光学系 I L により均一な照度分布の露光光 E L で照明される。照明光学系 I L から射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び K r F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（D U V 光）や、A r F エキシマレーザ光（波長 193 nm）及び F<sub>2</sub> レーザ光（波長 157 nm）等の真空紫外光（V U V 光）等が用いられる。本実施形態においては A r F エキシマレーザ光が用いられる。

#### 【0042】

本実施形態において、液体 1 には純水が用いられる。純水は A r F エキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び K r F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（D U V 光）も透過可能である。

#### 【0043】

マスクステージ M S T は、マスク M を支持するものであって、その中央部にマスク M のパターン像を通過させる開口部 34 A を備えている。メインコラム 3 の上側段部 3 A には、防振ユニット 6 を介してマスク定盤 31 が支持されている。マスク定盤 31 の中央部にも、マスク M のパターン像を通過させる開口部 34 B が形成されている。マスクステージ M S T の下面には非接触ベアリングである気体軸受（エアベアリング）32 が複数設けられている。マスクステージ M S T はエアベアリング 32 によりマスク定盤 31 の上面（ガイド面）31 A に対して非接触支持されており、リニアモータ等のマスクステージ駆動機構により、投影光学系 P L の光軸 A X に垂直な平面内、すなわち X Y 平面内で 2 次元移動可能及び  $\theta$  Z 方向に微小回転可能である。マスクステージ M S T 上には移動鏡 35 が設けられている。また、移動鏡 35 に対向する位置にはレーザ干渉計 36 が設けられている。マスクステージ M S T 上のマスク M の 2 次元方向の位置、及び  $\theta$  Z 方向の回転角（場合によっては  $\theta$  X、 $\theta$  Y 方向の回転角も含む）はレーザ干渉計 36 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T は、レーザ干渉計 36 の計測結果に基づいてマスクステージ駆動機構を駆動することでマスクステージ M S T に支持されているマスク M の位置を制御する。

#### 【0044】

投影光学系 P L は、マスク M のパターンを所定の投影倍率  $\beta$  で基板 P に投影露光するものであって、基板 P 側の先端部に設けられた光学素子（レンズ）2 を含む複数の光学素子で構成されており、これら光学素子は鏡筒 P K で支持されている。本実施形態において、投影光学系 P L は、投影倍率  $\beta$  が例えば 1/4 あるいは 1/5 の縮小系である。なお、投影光学系 P L は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。鏡筒 P K の外周部にはフランジ部 F L G が設けられている。また、メインコラム 3 の下側段部 3 B には、防振ユニット 7 を介して鏡筒定盤 8 が支持されている。そして、投影光学系 P L のフランジ部 F L G が鏡筒定

10

20

30

40

50



盤 8 に係合することによって、投影光学系 P L が鏡筒定盤 8 に支持されている。

【 0 0 4 5 】

本実施形態の投影光学系 P L の先端部の光学素子 2 は鏡筒 P K に対して着脱（交換）可能に設けられている。光学素子 2 には液浸領域 A R 2 の液体 1 が接触する。光学素子 2 は螢石で形成されている。螢石は水との親和性が高いので、光学素子 2 の液体接触面 2 a のほぼ全面に液体 1 を密着させることができる。すなわち、本実施形態においては光学素子 2 の液体接触面 2 a との親和性が高い液体（水）1 を供給するようにしているので、光学素子 2 の液体接触面 2 a と液体 1 との密着性が高く、光学素子 2 と基板 P との間の光路を液体 1 で確実に満たすことができる。なお、光学素子 2 は、水との親和性が高い石英であってもよい。また、光学素子 2 の液体接触面 2 a に親水化（親液化）処理を施して、液体 1 との親和性をより高めるようにしてもよい。

10

【 0 0 4 6 】

光学素子 2 を囲むようにプレート部材 2 P が設けられている。プレート部材 2 P の基板 P と対向する面（すなわち下面）は平坦面となっている。光学素子 2 の下面（液体接触面）2 a も平坦面となっており、プレート部材 2 P の下面と光学素子 2 の下面とはほぼ面一となっている。これにより、広い範囲で液浸領域 A R 2 を良好に形成することができる。また、プレート部材 2 P の下面に、光学素子 2 同様、表面処理（親液化処理）を施すことができる。

【 0 0 4 7 】

図 7 は、液体供給機構 1 0、液体回収機構 2 0、及び投影光学系 P L 先端部近傍を示す拡大図である。液体供給機構 1 0 は、投影光学系 P L と基板 P との間へ液体 1 を供給するものであって、液体 1 を送出可能な液体供給部 1 1 と、液体供給部 1 1 に供給管 1 5 を介して接続され、この液体供給部 1 1 から送出された液体 1 を基板 P 上に供給する供給ノズル 1 4 とを備えている。供給ノズル 1 4 は基板 P の表面に近接して配置されている。液体供給部 1 1 は、液体 1 を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えており、供給管 1 5 及び供給ノズル 1 4 を介して基板 P 上に液体 1 を供給する。液体供給部 1 1 の液体供給動作は制御装置 C O N T により制御され、制御装置 C O N T は液体供給部 1 1 による基板 P 上に対する単位時間あたりの液体供給量を制御可能である。

20

【 0 0 4 8 】

供給管 1 5 の途中には、液体供給部 1 1 より基板 P 上に供給される液体 1 の量（単位時間あたりの液体供給量）を計測する流量計 1 2 が設けられている。流量計 1 2 は基板 P 上に供給される液体 1 の量を常時モニタし、その計測結果を制御装置 C O N T に出力する。また、供給管 1 5 のうち流量計 1 2 と供給ノズル 1 4 との間には、供給管 1 5 の流路を開閉するバルブ 1 3 が設けられている。バルブ 1 3 の開閉動作は制御装置 C O N T により制御されるようになっている。なお、本実施形態におけるバルブ 1 3 は、例えば停電等により露光装置 E X（制御装置 C O N T）の駆動源（電源）が停止した場合に供給管 1 5 の流路を機械的に閉塞する所謂ノーマルオフ方式となっている。

30

【 0 0 4 9 】

液体回収機構 2 0 は、液体供給機構 1 0 によって供給された基板 P 上の液体 1 を回収するものであって、基板 P の表面に近接して配置された回収ノズル（吸引口）2 1 と、回収ノズル 2 1 に回収管 2 4 を介して接続された真空系 2 5 とを備えている。真空系 2 5 は真空ポンプを含んで構成されており、その動作は制御装置 C O N T に制御される。真空系 2 5 が駆動することにより、基板 P 上の液体 1 はその周囲の気体（空気）とともに回収ノズル 2 1 を介して回収される。なお、真空系 2 5 として、露光装置に真空ポンプを設けずに、露光装置 E X が配置される工場の真空系を用いるようにしてもよい。

40

【 0 0 5 0 】

回収管 2 4 の途中には、回収ノズル 2 1 から吸い込まれた液体 1 と気体とを分離する気液分離器 2 2 が設けられている。ここで、上述したように、回収ノズル 2 1 からは基板 P 上の液体 1 とともにその周囲の気体も回収される。気液分離器 2 2 は、回収ノズル 2 1 より回収した液体 1 と気体とを分離する。気液分離器 2 2 としては、例えば複数の穴部を有

50

する管部材に回収した液体と気体とを流通させ、液体を重力作用により前記穴部を介して落下させることで液体と気体とを分離する重力分離方式や、回収した液体と気体とを遠心力を使って分離する遠心分離方式等を採用可能である。そして、真空系 25 は、気液分離器 22 で分離された気体を吸引するようになっている。

【0051】

回収管 24 のうち、真空系 25 と気液分離器 22 との間には、気液分離器 22 によって分離された気体を乾燥させる乾燥器 23 が設けられている。仮に気液分離器 22 で分離された気体に液体成分が混在していても、乾燥器 23 により気体を乾燥し、その乾燥した気体を真空系 25 に流入させることで、液体成分が流入することに起因する真空系 25 の故障等の不都合の発生を防止することができる。乾燥器 23 としては、例えば気液分離器 22 より供給された気体（液体成分が混在している気体）を、その液体の露点以下に冷却することで液体成分を除く方式や、その液体の沸点以上に加熱することで液体成分を除く方式等を採用可能である。

10

【0052】

一方、気液分離器 22 で分離された液体 1 は第 2 回収管 26 を介して液体回収部 28 に回収される。液体回収部 28 は、回収された液体 1 を収容するタンク等を備えている。液体回収部 28 に回収された液体 1 は、例えば廃棄されたり、あるいはクリーン化されて液体供給部 11 等に戻され再利用される。また、第 2 回収管 26 の途中であって気液分離器 22 と液体回収部 28 との間には、回収された液体 1 の量（単位時間あたりの液体回収量）を計測する流量計 27 が設けられている。流量計 27 は基板 P 上から回収された液体 1 の量を常時モニタし、その計測結果を制御装置 CONT に出力する。上述したように、回収ノズル 21 からは基板 P 上の液体 1 とともにその周囲の気体も回収されるが、気液分離器 22 で液体 1 と気体とを分離し、液体成分のみを流量計 27 に送ることにより、流量計 27 は基板 P 上より回収した液体 1 の量を正確に計測可能となる。

20

【0053】

また、露光装置 EX は、基板ステージ PST に支持されている基板 P の表面の位置を検出するフォーカス検出系 56 を備えている。フォーカス検出系 56 は、基板 P 上に液体 1 を介して斜め方向より検出用光束を投射する投光部 56A と、基板 P で反射した前記検出用光束の反射光を受光する受光部 56B とを備えている。フォーカス検出系 56（受光部 56B）の受光結果は制御装置 CONT に出力される。制御装置 CONT はフォーカス検出系 56 の検出結果に基づいて、基板 P 表面の Z 軸方向の位置情報を検出することができる。また、投光部 56A より複数の検出用光束を投射することにより、基板 P の  $\theta X$  及び  $\theta Y$  方向の傾斜情報を検出することができる。

30

【0054】

なお、図 1 の一部断面図に示すように、液体供給機構 10 及び液体回収機構 20 は、鏡筒定盤 8 に対して分離支持されている。これにより、液体供給機構 10 及び液体回収機構 20 で生じた振動が、鏡筒定盤 8 を介して投影光学系 PL に伝わることがない。

【0055】

図 8 は、液体供給機構 10 及び液体回収機構 20 と投影光学系 PL の投影領域 AR1 との位置関係を示す平面図である。投影光学系 PL の投影領域 AR1 は Y 軸方向に細長い矩形状（スリット状）となっており、その投影領域 AR1 を X 軸方向に挟むように、+X 側に 3 つの供給ノズル 14A ~ 14C が配置され、-X 側に 2 つの回収ノズル 21A、21B が配置されている。そして、供給ノズル 14A ~ 14C は供給管 15 を介して液体供給部 11 に接続され、回収ノズル 21A、21B は回収管 24 を介して真空系 25 に接続されている。また、供給ノズル 14A ~ 14C と回収ノズル 21A、21B とをほぼ 180° 回転した配置に、供給ノズル 14A' ~ 14C' と、回収ノズル 21A'、21B' とが配置されている。供給ノズル 14A ~ 14C と回収ノズル 21A'、21B' とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 14A' ~ 14C' と回収ノズル 21A、21B とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 14A' ~ 14C' は供給管 15' を介して液体供給部 11 に接続され、回収ノズル 21A'、21B' は回収管 24' を介して真空系 2

40

50

5に接続されている。なお、供給管15'の途中には、供給管15同様、流量計12'及びバルブ13'が設けられている。また、回収管24'の途中には、回収管24同様、気液分離器22'及び乾燥器23'が設けられている。

【0056】

次に、上述した露光装置EXを用いてマスクMのパターンを基板Pに露光する手順について説明する。

マスクMがマスクステージMSTにロードされるとともに、基板Pが基板ステージPSTにロードされた後、制御装置CONTは、液体供給機構10の液体供給部11を駆動し、供給管15及び供給ノズル14を介して単位時間あたり所定量の液体1を基板P上に供給する。また、制御装置CONTは、液体供給機構10による液体1の供給に伴って液体回収機構20の真空系25を駆動し、回収ノズル21及び回収管24を介して単位時間あたり所定量の液体1を回収する。これにより、投影光学系PLの先端部の光学素子2と基板Pとの間に液体1の液浸領域AR2が形成される（液体を満たすステップ）。ここで、液浸領域AR2を形成するために、制御装置CONTは、基板P上に対する液体供給量と基板P上からの液体回収量とがほぼ同じ量になるように、液体供給機構10及び液体回収機構20のそれぞれを制御する。そして、制御装置CONTは、照明光学系ILによりマスクMを露光光ELで照明し、マスクMのパターンの像を投影光学系PL及び液体1を介して基板Pに投影する。

【0057】

走査露光時には、投影領域AR1にマスクMの一部のパターン像が投影され、投影光学系PLに対して、マスクMが-X方向（又は+X方向）に速度Vで移動するのに同期して、基板ステージPSTを介して基板Pが+X方向（又は-X方向）に速度 $\beta \cdot V$ （ $\beta$ は投影倍率）で移動する。そして、1つのショット領域への露光終了後に、基板Pのステッピングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域に対する露光処理が順次行われる。本実施形態では、基板Pの移動方向と平行に、基板Pの移動方向と同一方向に液体1を流すように設定されている。つまり、矢印Xa（図8参照）で示す走査方向（-X方向）に基板Pを移動させて走査露光を行う場合には、供給管15、供給ノズル14A～14C、回収管24、及び回収ノズル21A、21Bを用いて、液体供給機構10及び液体回収機構20による液体1の供給及び回収が行われる。すなわち、基板Pが-X方向に移動する際には、供給ノズル14（14A～14C）より液体1が投影光学系PLと基板Pとの間に供給されるとともに、回収ノズル21（21A、21B）より基板P上の液体1がその周囲の気体とともに回収され、投影光学系PLの先端部の光学素子2と基板Pとの間を満たすように-X方向に液体1が流れる。

【0058】

一方、矢印Xb（図8参照）で示す走査方向（+X方向）に基板Pを移動させて走査露光を行う場合には、供給管15'供給ノズル14A'～14C'、回収管24'、及び回収ノズル21A'、21B'を用いて、液体供給機構10及び液体回収機構20による液体1の供給及び回収が行われる。すなわち、基板Pが+X方向に移動する際には、供給ノズル14'（14A'～14C'）より液体1が投影光学系PLと基板Pとの間に供給されるとともに、回収ノズル21'（21A'、21B'）より基板P上の液体1がその周囲の気体とともに回収され、投影光学系PLの先端部の光学素子2と基板Pとの間を満たすように+X方向に液体1が流れる。この場合、例えば供給ノズル14を介して供給される液体1は基板Pの-X方向への移動に伴って光学素子2と基板Pとの間に引き込まれるようにして流れるので、液体供給機構10（液体供給部11）の供給エネルギーが小さくても液体1を光学素子2と基板Pとの間に容易に供給できる。そして、走査方向に応じて液体1を流す方向を切り替えることにより、+X方向、又は-X方向のどちらの方向に基板Pを走査する場合にも、光学素子2と基板Pとの間を液体1で満たすことができ、高い解像度及び広い焦点深度を得ることができる。

【0059】



露光処理中、液体供給機構 10 に設けられている流量計 12 の計測結果、及び液体回収機構 20 に設けられている流量計 27 の計測結果は、常時、制御装置 CONT に出力されている。制御装置 CONT は、流量計 12 の計測結果、すなわち液体供給機構 10 によって基板 P 上に供給される液体の量と、流量計 27 の計測結果、すなわち液体回収機構 20 によって基板 P 上より回収された液体の量とを比較し、その比較した結果に基づいて液体供給機構 10 のバルブ 13 を制御する。具体的には、制御装置 CONT は、基板 P 上への液体供給量（流量計 12 の計測結果）と基板 P 上からの液体回収量（流量計 27 の計測結果）との差を求め、その求めた差が予め設定されている許容値（しきい値）を越えたかどうかに基づいて、バルブ 13 を制御する。ここで、上述したように、制御装置 CONT は、基板 P 上に対する液体供給量と基板 P 上からの液体回収量とがほぼ同じになるように、液体供給機構 10 及び液体回収機構 20 のそれぞれを制御しているため、液体供給機構 10 による液体供給動作及び液体回収機構 20 による液体回収動作のそれぞれが正常に行われている状況であれば、上記求めた差はほぼゼロとなる。

10

## 【0060】

制御装置 CONT は、求めた差が許容値以上である場合、すなわち液体回収量が液体供給量に比べて極端に少ない場合、液体回収機構 20 の回収動作に異常が生じて十分に液体 1 を回収できていないと判断する。このとき、制御装置 CONT は、例えば液体回収機構 20 の真空系 25 に故障等の異常が生じたと判断し、液体回収機構 20 によって液体 1 を正常に回収できないことに起因する液体 1 の漏洩を防止するために、液体供給機構 10 のバルブ 13 を作動して供給管 15 の流路を遮断し、液体供給機構 10 による基板 P 上に対する液体 1 の供給を停止する。このように、制御装置 CONT は、液体供給機構 10 から基板 P 上に供給された液体量と、液体回収機構 20 で回収された液体量とを比較し、その比較結果に基づいて液体回収機構 20 の回収動作の異常を検出し、液体 1 が供給過剰になり、異常が検出されたときに基板 P 上に対する液体 1 の供給を停止する。なお、制御装置 CONT は、この異常を検出したときに前述の警報装置 K に警報を発せさせるようにしてもよい。さらに、前述の警報装置 K に表示装置を設けて、制御装置 CONT が表示装置に対して異常の表示をさせるようにしてもよい。また、回収装置 71 の少なくとも一部（例えば、樋状部材 72 や溝部）に漏水センサを設けて、この漏水センサの検出結果に応じて異常を検出してもよい。

20

## 【0061】

このとき、既に基板 P 上に供給され、液体回収機構 20 で回収されなかった液体 1 は上記の第 1 実施形態で説明したように、基板ステージ PST から直接、または X ガイドステージ 44 を介して間接的に基板定盤 41 の上面 41A に流出し、一部が樋状部材 72 に流れ込んで回収される。また、定盤上面 41A に残留する液体については、制御装置 CONT が防振ユニット 9（のアクチュエータ）を駆動して基板定盤 41 を傾けることで、樋状部材 72 に液体を流し込んで回収することができる（液体回収ステップ）。

30

## 【0062】

このように、本実施の形態では、光学素子 2 と基板 P との間を液体 1 で満たすことで、高い解像度及び広い焦点深度を得ることができるとともに、何らかの理由で基板 P 上から液体が飛散・流出した場合でも、液体を回収して装置・部材の故障、漏電あるいは錆び等といった不都合を引き起こすことを未然に防ぐことができ、露光処理を円滑に実施することが可能になる。

40

## 【0063】

以上、添付図面を参照しながら本発明に係る好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

## 【0064】

例えば、上記実施の形態では、回収装置 71 の回収部として基板定盤 41 の周囲に樋状部材 72 を設ける構成としたが、これに限定されるものではなく、例えば図 9 に示すよう

50

に、基板定盤 4 1 の端縁に沿った全周に基板上面 4 1 A よりも低く形成した段差部 4 1 B と、基板定盤 4 1 の側面に設けた壁部材 8 0 とにより溝部 8 1 を形成し、この溝部 8 1 により基板定盤 4 1 に飛散・流出した液体を回収する構成としてもよい。この場合も、液体を円滑に回収するために溝部 8 1 内に撥液処理を施すとともに、段差部 4 1 B を傾斜させることが好ましい。

また、壁部材を用いずに、図 1 0 に示すように、基板定盤 4 1 の外周に沿った全周に溝部 8 1 を設け、この溝部 8 1 を回収部としてもよい。

なお、溝部 8 1 は必ずしも基板定盤 4 1 の全周に設けなくてもよい。例えば、基板定盤 4 1 の X 方向（走査方向）の外周に沿って 2 つの溝部 8 1 を設けるとともに、基板定盤 4 1 の Y 方向（非走査方向）の外周に沿って 2 つの樋状部材 7 2 を設けるようにしてもよい。このように、本実施の形態に開示された回収装置 7 1 は、適宜組み合わせる用いることができる。

#### 【0065】

また、上記実施の形態では、X ガイドステージ 4 4 を断面略凹字状として説明したが、図 1 1 に示すように、断面略 H 状としてもよい。X ガイドステージ 4 4 の側壁 4 4 C は、基板ステージ P S T に設けられた気体軸受（エアベアリング）からのエアにより幅方向（図 1 1 中、左右方向）に大きな負荷が加わるため、H 形状にして上下対称形状とすることで X ガイドステージ 4 4 に偏荷重が加わることを防止できる。また、傾斜面 4 4 A も本来、上部側のみでもよいが、偏荷重防止のためには下部側にも対称に設けることが望ましい。

#### 【0066】

さらに、上記の実施形態では、防振ユニット 9 を用いて基板定盤 4 1 を傾けることで、基板上面 4 1 A に残留する液体を排除する構成としたが、基板上面 4 1 A を水平面に対して傾斜した傾斜面とする構成も採用可能である。この場合、基板ステージ P S T の移動により基板表面の Z 軸方向の位置が変動するため、基板ステージ P S T の位置に応じてテーブル部 P H の位置を Z 軸方向に駆動して基板 P の表面の位置を補正すればよい。

同様に、テーブル部 P H に残留する液体の排除を円滑にするために、テーブル部 P H の表面を傾斜面としたり撥液処理を施す構成としてもよい。

また、基板定盤 4 1 を傾ける場合、及びテーブル部 P H の表面を傾斜面とする場合には、移動鏡やフィディシャルマーク等、液体と接触しない方がよい部材が設置されていない方向が低くなるように傾斜させることが好ましい。

#### 【0067】

上述したように、本実施形態における液体 1 は純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板 P 上のフォトレジストや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いいため、基板 P の表面、及び投影光学系 P L の先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

そして、波長が 193 nm 程度の露光光 E L に対する純水（水）の屈折率  $n$  はほぼ 1.44 であるため、露光光 E L の光源として Ar F エキシマレーザ光（波長 193 nm）を用いた場合、基板 P 上では  $1/n$ 、すなわち約 1/1.44 倍に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約  $n$  倍、すなわち約 1.44 倍に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系 P L の開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

#### 【0068】

なお、本実施形態の液体 1 は水であるが、水以外の液体であってもよい、例えば、露光光 E L の光源が  $F_2$  レーザである場合、この  $F_2$  レーザ光は水を透過しないので、この場合、液体 1 としては  $F_2$  レーザ光を透過可能な例えばフッ素系オイルや過フッ化ポリエーテル（PFPE）等のフッ素系の液体を用いればよい。また、液体 1 としては、その他にも、露光光 E L に対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系 P L や基板 P 表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いる

ことも可能である。

【0069】

また、本実施形態では、投影光学系 P L の先端に光学素子 2 が取り付けられているが、投影光学系 P L の先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系 P L の光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光 E L を透過可能な平行平板であってもよい。

【0070】

上記各実施形態において、上述したノズルの形状は特に限定されるものでなく、例えば投影領域 A R 1 の長辺について 2 対のノズルで液体 1 の供給又は回収を行うようにしてもよい。なお、この場合には、+ X 方向、又は - X 方向のどちらの方向からも液体 1 の供給及び回収を行うことができるようにするため、供給ノズルと回収ノズルと上下に並べて配置してもよい。

10

【0071】

なお、上記各実施形態の基板 P としては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【0072】

また、上述の実施形態においては、投影光学系 P L と基板 P との間を局所的に液体で満たす露光装置を採用しているが、特開平 6-124873 号公報に開示されているような露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置や、特開平 10-303114 号公報に開示されているようなステージ上に所定深さの液体槽を形成し、その中に基板を保持する液浸露光装置にも本発明を適用可能である。

20

【0073】

露光装置 E X としては、マスク M と基板 P とを同期移動してマスク M のパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキニングステッパ）の他に、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを一括露光し、基板 P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。また、本発明は基板 P 上で少なくとも 2 つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

30

【0074】

また、本発明は、特開 2001-160530 号公報に開示されているように、2 つのウエハステージ（基板ステージ）を備え、アライメント位置と露光位置とで、この 2 つのウエハステージを入れ替えるツインステージ型の露光装置にも適用できる。この場合、2 つのウエハステージの入れ替え時に液体供給部 11 および液体回収部 28 を駆動したままにしてもよい。これは前述のように、液体供給部 11 からの液体 1 を基板定盤 41 を介して回収できるからである。これにより、ツインステージ型露光装置のスループットを更に向上させることができる。

【0075】

露光装置 E X の種類としては、基板 P に半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（C C D）あるいはレチクル又はマスク等を製造するための露光装置等にも広く適用できる。

40

【0076】

基板ステージ P S T やマスクステージ M S T にリニアモータ（USP5,623,853 または USP5,528,118 参照）を用いる場合は、それらのステージを定盤に対して浮上させる方式としてエアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらかを用いるのが好ましい。また、各ステージ P S T、M S T は、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

50



## 【0077】

各ステージPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPST、MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージPST、MSTの移動面側に設ければよい。

## 【0078】

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-166475号公報(USP5,528,118)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-330224号公報(US S/N 08/416,558)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。

10

## 【0079】

本実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は、温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

20

## 【0080】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図12に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたレチクル(マスク)を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりレチクルのパターンを基板に露光する基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)205、検査ステップ206等を経て製造される。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0081】

【図1】本発明の定盤及びステージ装置を示す概略構成図である。

【図2】ステージ装置を示す斜視図である。

【図3】ステージ装置の中、Xガイドステージ及び基板定盤を示した外観斜視図である。

【図4】第2実施形態に係る定盤及びステージ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図5】第3実施形態に係る定盤及びステージ装置の概略構成を示す斜視図である。

【図6】本発明の露光装置を示す概略構成図である。

40

【図7】投影光学系の先端部近傍、液体供給機構、及び液体回収機構を示す概略構成図である。

【図8】投影光学系の投影領域と液体供給機構及び液体回収機構との位置関係を示す平面図である。

【図9】基板定盤に設けた回収部の別形態を示す図である。

【図10】基板定盤に設けた回収部の別形態を示す図である。

【図11】Xガイドステージの別形態を示す斜視図である。

【図12】半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

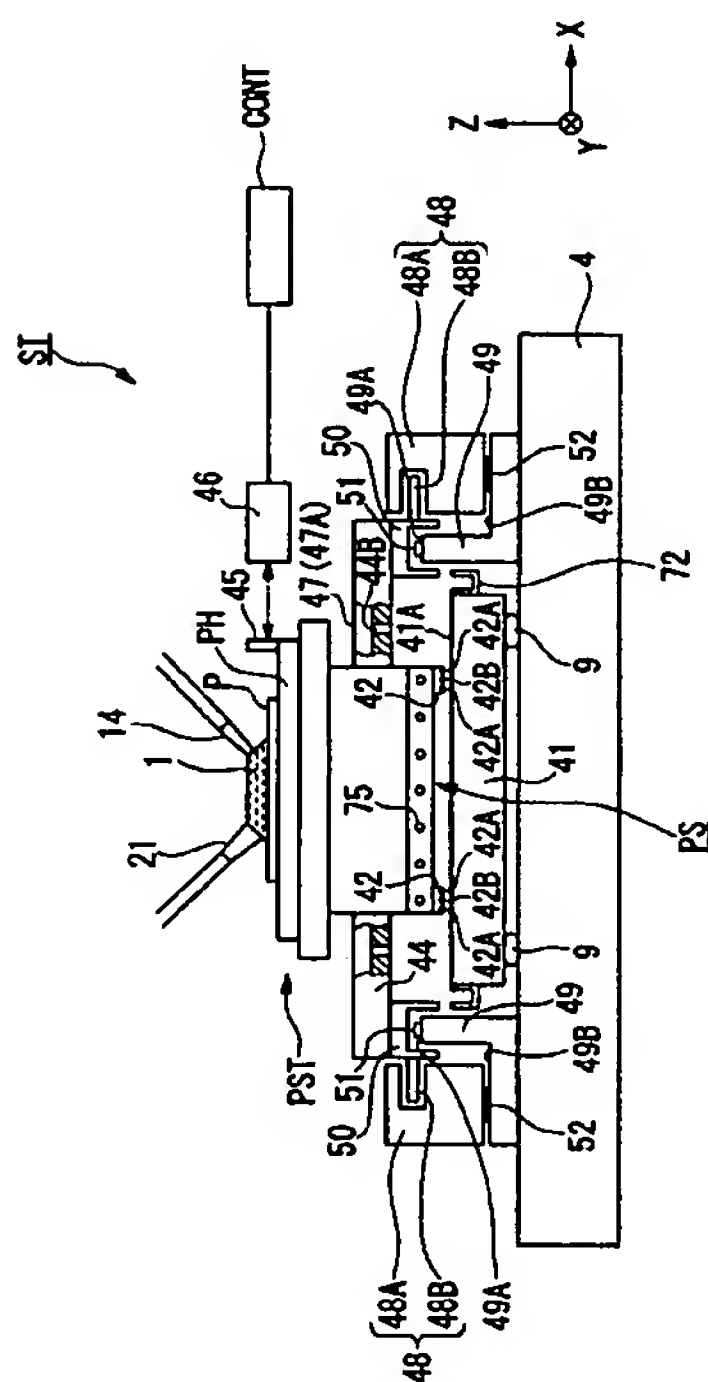
## 【符号の説明】

## 【0082】

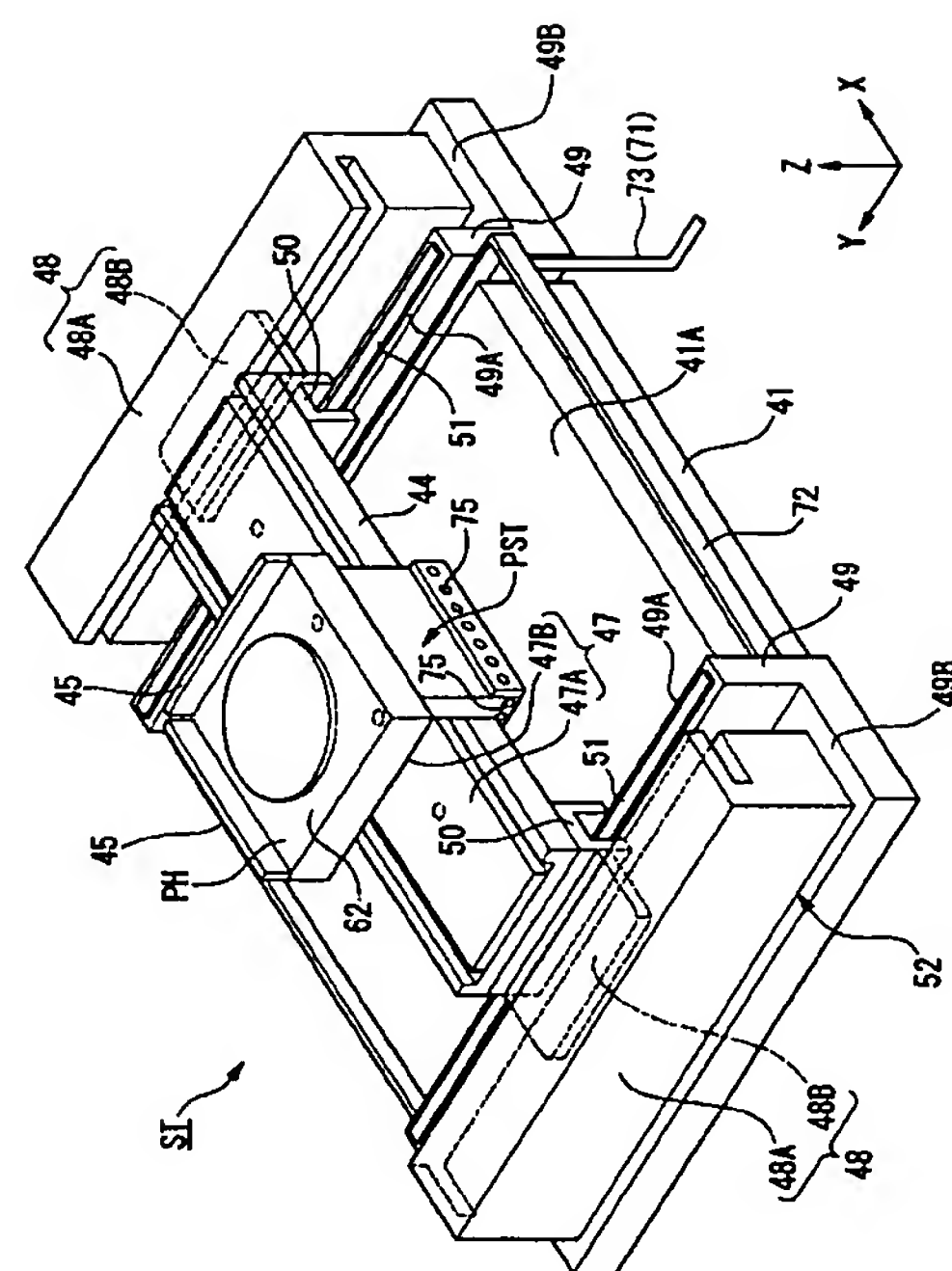
50

- E X 露光装置  
 M マスク (レチクル)  
 P 基板 (感光基板)  
 P L 投影光学系  
 P S T 基板ステージ (物体、可動体)  
 S T ステージ装置  
 1 液体  
 2 光学素子 (先端部)  
 9 防振ユニット (排除装置)  
 4 1 基板定盤 (定盤)  
 4 1 A 上面 (支持表面)  
 4 4 Xガイドステージ (ステージ構成体)  
 4 4 A 傾斜面 (第2傾斜部)  
 4 4 B ドレイン口 (貫通孔)  
 7 1 回収装置  
 7 2 樋状部材 (回収部)  
 7 2 A 底面 (傾斜部)  
 7 5 吹付口 (第2排除装置)  
 8 1 溝部 (回収部)

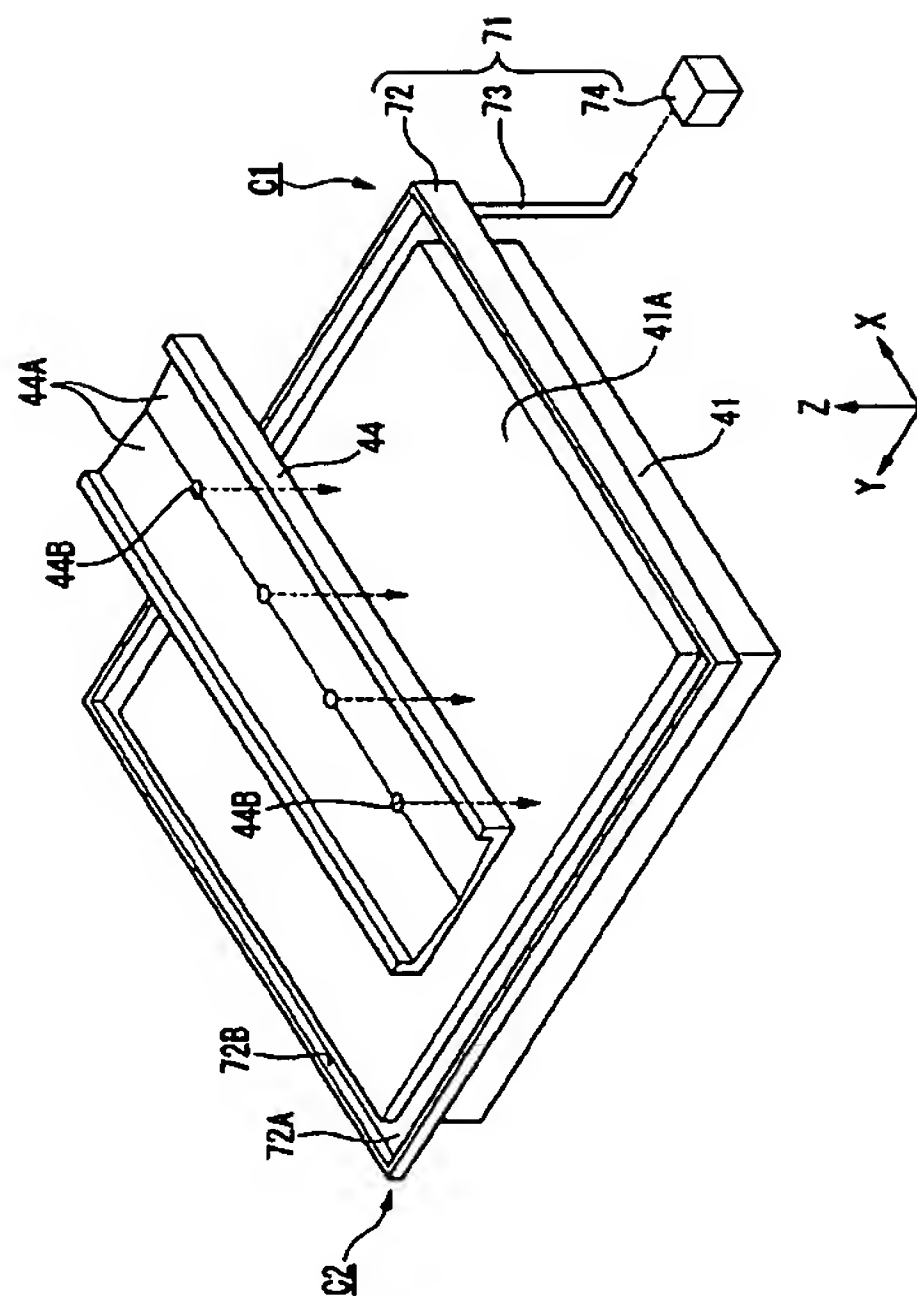
【図 1】



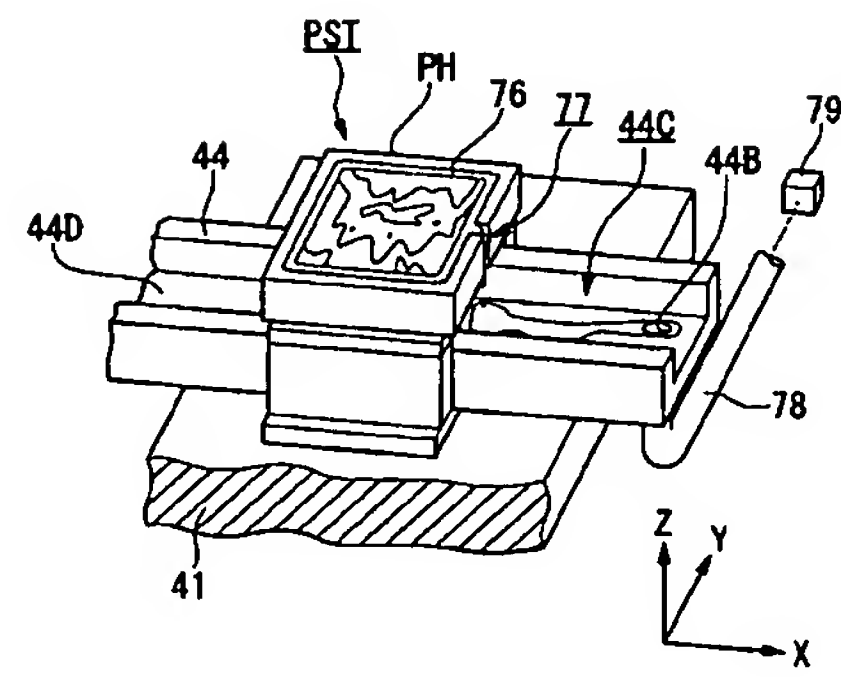
【図 2】



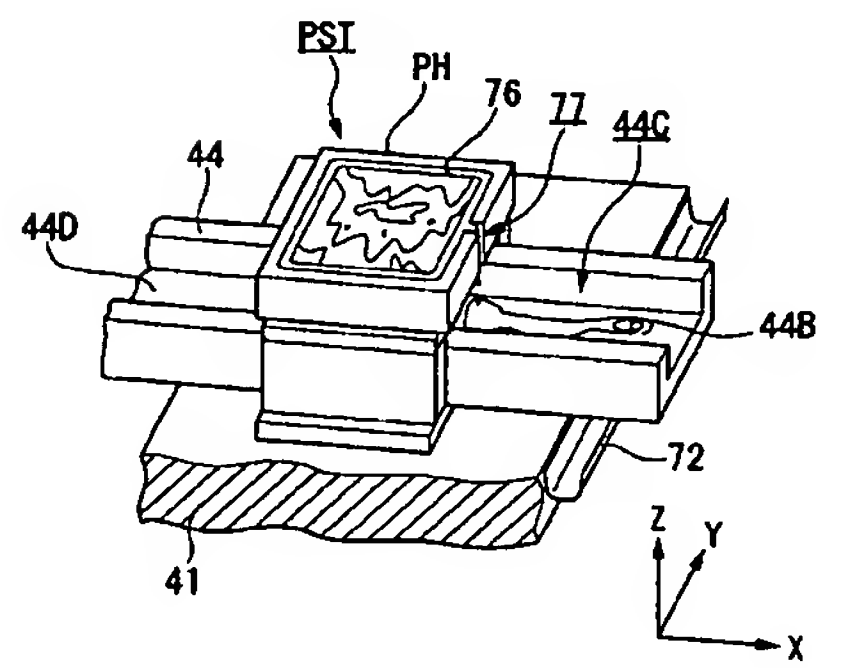
【図3】



【図4】

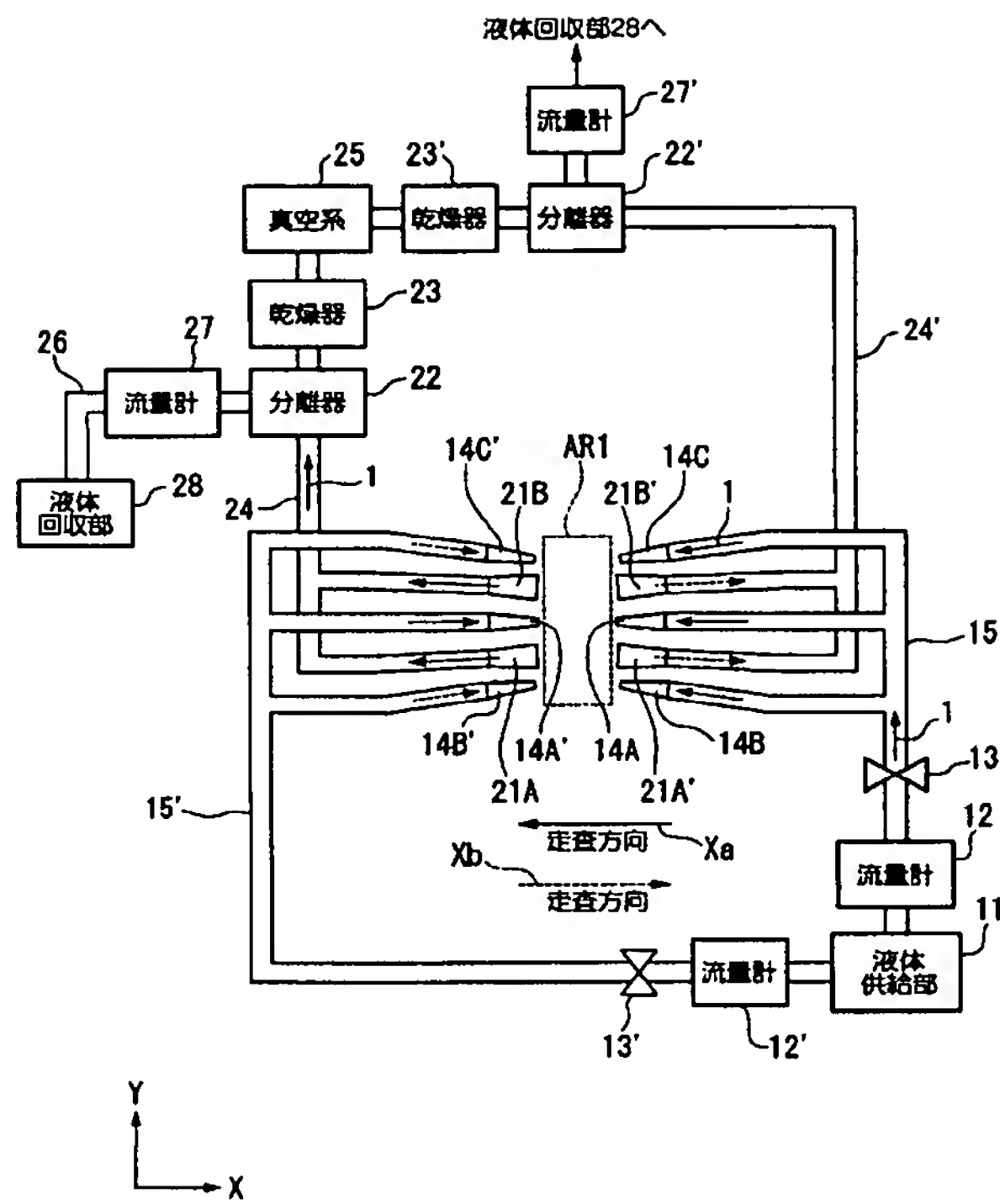


【図5】

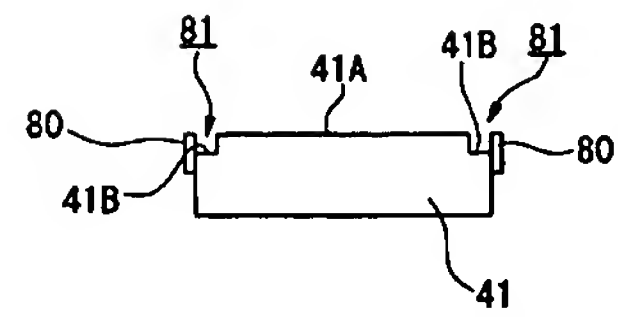




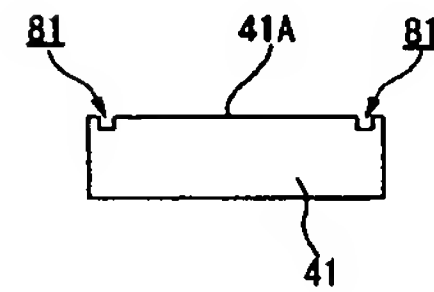
【図 8】



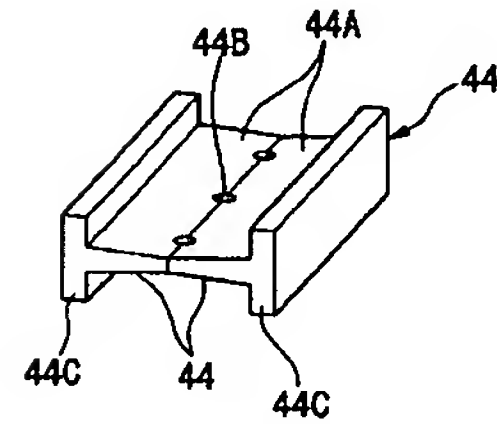
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

